



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH ŘEŠENÍ ODPRÁŠENÍ VYKLÁDACÍ JÁMY UHLÍ

SOLUTION OF COAL UNLOADING PIT DEDUSTING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Zlámal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Tomáš Zlámal**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh řešení odprášení vykládací jámy uhlí

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování návrhu systému odprášení pracovního prostoru vykládací jámy uhlí s cílem omezení prášení do prostoru obsluhy v době vykládky vagónů

Cíle bakalářské práce:

1. Analýza stávajícího stavu provozu vykládací jámy se zaměřením na ergonomii pracoviště.
2. Návrh technického řešení systému odprášení.
3. Grafická interpretace navrhovaného řešení za použití 3D software.
4. Analýza investičních nákladů a ekonomiky provozu.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: technologické projekty I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-214-3607-7.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. Brno: Vysoké učení technické, 1991.

KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. Technologické projekty a manipulace s materiálem. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

.....

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

ředitel ústavu

.....

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakulty

ABSTRAKT

ZLÁMAL Tomáš: Návrh řešení odprášení vykládací jámy uhlí

Bakalářská práce řeší návrh řešení odsávání vykládací jámy uhlí. V návrhu jsou stanoveny potřebné odsávací výkony, určeny jednotlivé zdroje prašnosti a navrženy vhodné odsávací přípravky. K odsávání byla navržena filtrační jednotka CARM GH, s filtračním médiem v podobě látkových tašek. Celý systém odprášení, včetně jednotlivých odsávacích větví byl za pomoci 3D softwaru implementován do provozu vykládací jámy uhlí a byl proveden odhad investičních nákladů.

Klíčová slova: vykládací jáma uhlí, filtrační jednotka, odprášení, 3D software

ABSTRACT

The present bachelor thesis deals with the draft solution of coal unloading pit dedusting. In the proposal, the necessary suction power and the individual sources of dust are determined and appropriate suction devices are designed. A CARM GH filter unit was designed for exhaustion, with a filter medium in the form of cloth bags. The entire dedusting system, including individual suction branches, was implemented into the operation of the unloading coal pit with the help of 3D software and an estimate of investment costs was made.

Keywords: coal unloading pit, filter unit, dedusting, 3D software

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZLÁMAL, Tomáš. *Návrh řešení odprášení vykládací jámy uhlí*. Brno, 2017. 38 s., 6 výkresů, CD. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Štroner, Ph.D

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Návrh řešení vykládací jámy uhlí vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 17. 5. 2017

.....

Tomáš Zlámal

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Marku Štronerovi, Ph.D., Ing. Radku Veselému a Petru Vyhlasovi za odbornou pomoc, vhodné rady a především ochotu při tvorbě této bakalářské práce. Dále děkuji společnosti CIPRES FILTR BRNO s.r.o. za možnost tvorby této práce a také své rodině, přátelům a známým za podporu a pomoc při studiu.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

ÚVOD.....	9
1 Analýza stávajícího stavu provozu se zaměřením na ergonomii pracoviště	10
1.1 Popis provozu vykládací jámy	10
1.2 Charakteristika prachu	13
1.3 Hygiena pracovního prostředí.....	13
1.4 Vliv provozu na životní prostředí	14
2 Návrh technického řešení systému odprášení.....	15
2.1 Lokalizace zdrojů prachu	15
2.2 Umístění odsávacích přípravků	16
2.3 Stanovení souběhu odsávání	19
2.4 Stanovení odsávacího výkonu	20
2.5 Návrh filtračního zařízení	21
2.6 Umístění filtračního zařízení	23
2.7 Návrh odsávacího potrubí	24
3 Grafická interpretace navrhovaného řešení za použití 3D software.....	27
3.1 Volba 3D softwaru	27
3.2 Vizualizace.....	27
4 Analýza investičních nákladů a ekonomiky provozu	35
4.1 Určení investičních nákladů.....	35
4.2 Určení provozních nákladů	35
4.3 Přínos navržené investice.....	36
5 Závěry	37

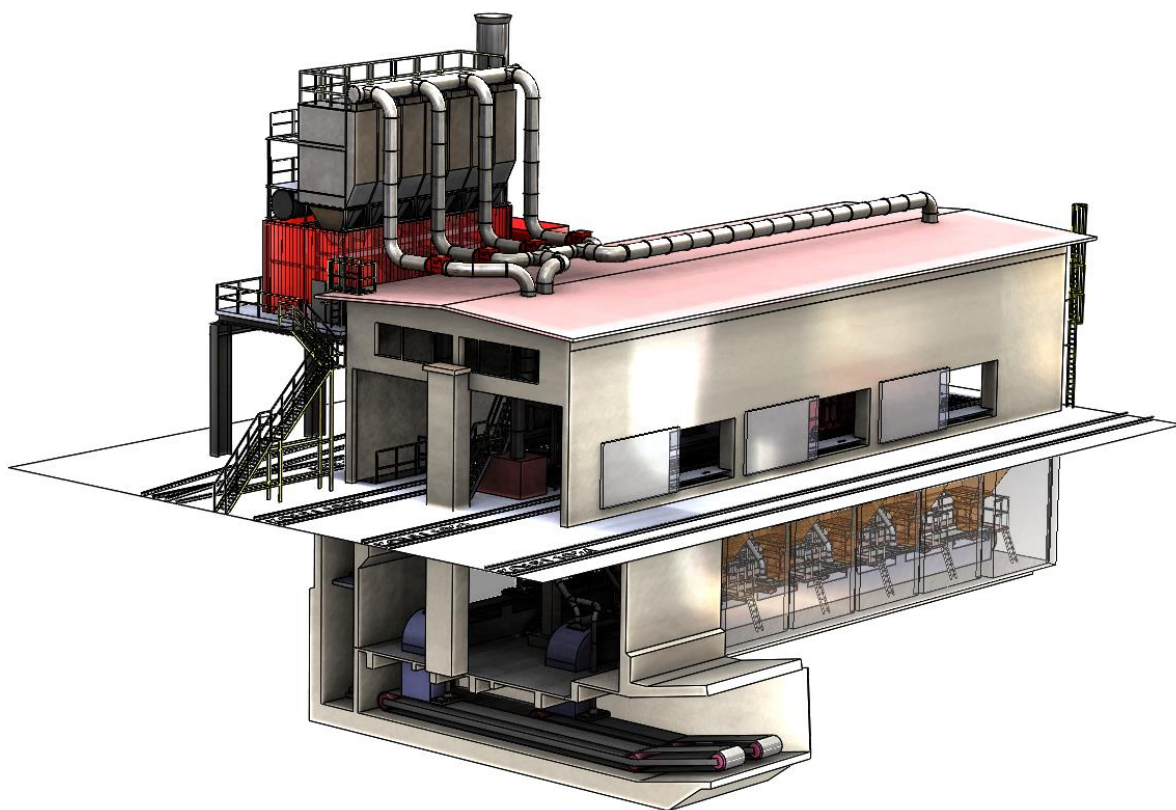
Seznam použitých zdrojů

Seznam obrázků

Seznam tabulek

ÚVOD

Cílem této práce je navrhnout účinný systém odprášení provozu vykládací jámy uhlí za účelem zlepšení ergonomie pracoviště. Obsahem práce je shrnutí současného stavu objektu a návrh technologie sloužící k eliminaci nepříznivých vlivů prášení. Bude navrhována komplexní odsávací a filtrační technologie splňující specifické požadavky pro odprášení provozu vykládací jámy uhlí. Dále v této práci bude zobrazena posloupnost postupu při návrhu a zdůvodnění jednotlivých kroků. Po stanovení velikosti odprašovací technologie se práce bude věnovat umístění samotného filtračního zařízení a jeho propojením jednotlivými odsávacími trasami s určenými odsávacími přípravky. Jakmile bude vyřešeno umístění technologie filtrace a příslušných potrubních tras, bude věnován prostor pro grafickou interpretaci celého systému. V části grafické interpretace se bude práce věnovat volbě vhodného 3D softwaru, popisu funkce programu a objasnění principu 3D softwarů obecně. Závěr práce bude věnován ekonomickému zhodnocení, určení investičních nákladů a shrnutí přínosů případné investice.



Obr. č. 1 Vykládací jámy uhlí s filtrační technologií

1 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU PROVOZU SE ZAMĚŘENÍM NA ERGONOMII PRACOVIŠTĚ

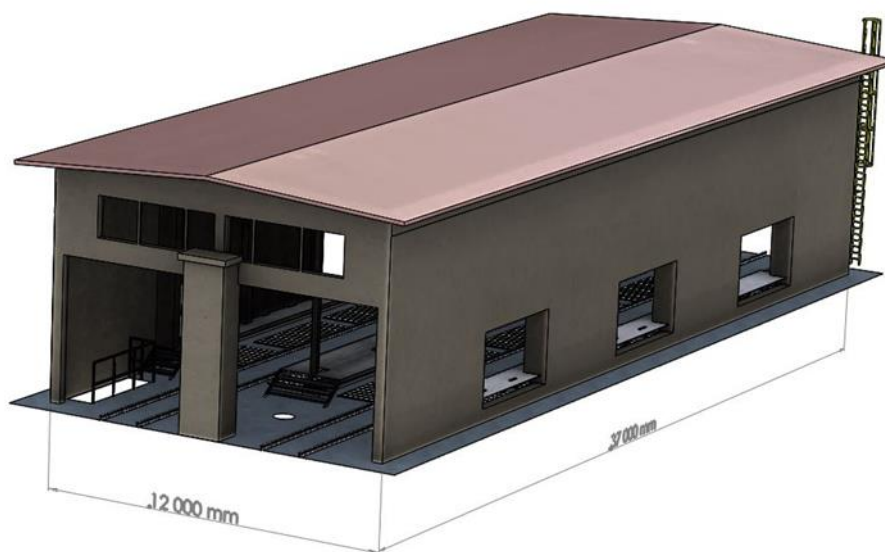
Komplexní návrh technologie odprášení vykládací jámy byl vytvořen za účelem zvýšení komfortu a zlepšení pracovních podmínek pro obsluhu vykládací jámy uhlí. Dalším důvodem návrhu, je zlepšení ekologických podmínek v okolí vykládky, což má vliv na kvalitu životního prostředí v širším okruhu dané lokality.

V současné době je obsluha na pracovišti, kromě standartních ochranných pomůcek, jako jsou brýle, helma, pracovní obuv, či úbor nucena používat také respirátory, bez kterých by v době vykládky nebylo možné se na pracovišti bezpečně pohybovat.

Navrhovaný odsávací systém má tedy za úkol dosáhnout takového účinku odsávání prachových částic, aby bylo možné vyřadit respirátory z povinné výbavy obsluhy na tomto pracovišti.

1.1 Popis provozu vykládací jámy

Provozem vykládací jámy uhlí se rozumí ze dvou čelních stran otevřená technologická hala o rozměrech 12 x 37 metrů, níž prochází dvojice průběžných kolejí. Na každé z kolejí jsou dvě vykládací místa vybavena násypnými rošty o rozměrech 4 x 2 m v úrovni kolejiště. Pod úrovní roštů se nachází celkem dvanáct velkých, kónických zásobníků, každý o objemu dvou železničních vozů, což představuje přibližně 138 m³.



Obr. č. 2 Hala vykládací jámy uhlí

Tento objekt slouží k vykládání železničních vagónů uhlí, pro výrobu koksu. Po složení ze samovysypných železničních vozů, se kterými je manipulováno pomocí potahového zařízení, je ze stanoviště vykládací jámy, uhlí dále transportováno pomocí pásových dopravníků až na stanoviště přípravy koksovací vsázky. Cestou mezi stanovišti vykládací jámy a přípravy koksovací vsázky je uhlí podrobno dalším technologickým procesům, kterým se již tato bakalářská práce nevěnuje.

1.1.1 Účel vykládací jámy

Základním účelem technologie vykládací jámy uhlí je zajistit překládku uhlí ze železničních vagónů na cestu pásové dopravy k dalšímu zpracování. Technologie vykládání jámy uhlí je navržena tak, aby zvládla vykládku uhlí v co nejkratším čase a také, aby nedošlo k zahlcení navazující cesty materiálu. Účelem budovy vykládací jámy

uhlí je ochránit samotnou technologií výsypu před povětrnostními vlivy a v maximální možné míře zamezit prášení do okolního prostředí. V tomto případě slouží technologie vykládky k zajištění vstupního produktu pro koksárenskou baterii, je tedy nezbytné, aby provoz vykládací jámy byl spolehlivý. Provoz vykládací jámy uhlí je složen ze dvou identických pracovišť, což zajišťuje jejich případnou zastupitelnost. V případě poruchy může být tedy vykládka provedena na druhém kolejišti.

1.1.2 Průběh vyklápění vagónů

Vykládka ze samovýšpných železničních vozů je prováděna pouze na jedné ze dvou kolejí. Znamená to tedy, že vykládka nikdy neprobíhá na obou kolejích v souběhu. Tato informace je důležitá při návrhu souběhu odsávání a bude s ní pracováno v kapitole 2.3 Stanovení souběhu odsávání.

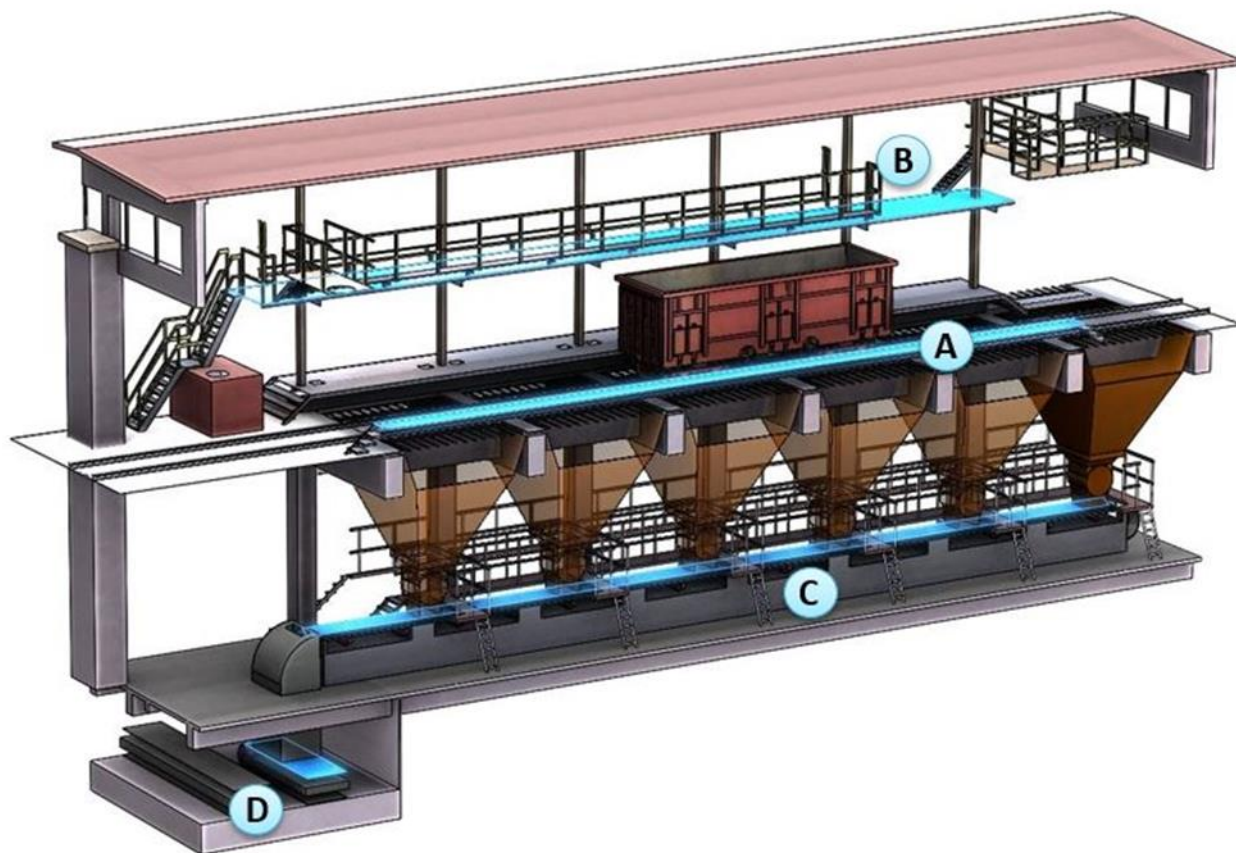
Proces je započat přistavením soupravy železničních vagónů pomocí zavážecí lokomotivy. Po odpojení soupravy čítající zpravidla 30 uhlím naplněných vagónů od lokomotivy, jsou tyto vozy zachyceny potahovacím zařízením. Potahovací zařízení zajišťuje potahování soupravy a polohování vagónů vůči výšpnému místu. Ovládání polohovacího zařízení zajišťuje obsluha vykládací jámy uhlí. Do objektu vykládací jámy je vtažena vždy dvojice vagónů, které jsou odbaveny. Odbavením se rozumí obsluhou řízené odjištění pojistky, otevření bočnic a následná vykládka vagónů. Po úplném vyprázdnění ložného prostoru vagónu se obsluha přesouvá na horní pochůzkovou plošinu, kde za pomoci trysky s tlakovým vzduchem ofouká usazeniny prachu a uhlí. Po splnění těchto úkonů u obou přistavených vagónů dochází ke konečnému zajištění bočnic na obou vozech a vozy tento provoz opouští. Série úkonů se s přistavením dalších dvou vozů opakuje. Operace odbavení, včetně očištění a odsunu vozů ze stanoviště, trvá v průměru přibližně 7 minut.

1.1.3 Manipulace s materiálem

Po vyložení uhlí do zásobníků vykládací jámy je toto uhlí bubnovými podavači dávkováno na pásové dopravníky, které jej přes soustavu přesypů transportují k dalšímu zpracování. Tyto dopravní pásy jsou přibližně 11 metrů pod úrovní kolejiště. Provoz příslušných dopravních pásů je řízen z velínu vykládací jámy uhlí v závislosti na využívaném kolejišti.

1.1.4 Výskyt prachu

Při provozování technologie vykládací jámy uhlí byly identifikovány následující zdroje prašnosti.



Obr. č. 3 Identifikace zdrojů prašnosti

A) Prašnost při plnění zásobníků

Tato prašnost je spojena s okamžikem vysypání uhlí z vagónu do zásobníku vykládací jámy. Při výsypu uhlí se dostanou prachové částice do vznosu a tento výron prachu odchází štěrbinou mezi pochůzkovou plošinou a vagónem do prostoru obsluhy.

B) Prašnost při čištění ložného prostoru vagónu

Důvodem vzniku oblaku prachových částic je jejich rozvíření tryskou tlakového vzduchu. Tento oblak stoupá vzhůru ke stropu haly a zasahuje také pracovní prostor na horní pochůzkové plošině.

C) Prašnost při dávkování bubnovými podavači

Při otáčení komory bubnu vypadává dopravovaný materiál na pásový dopravník, čímž dochází k víření prachových částic v prostoru komorového podavače a jeho okolí.

D) Prašnost přesypu pásových dopravníků

Zdroj prášení vzniká dopadem uhlí na navazující pásový dopravník. Výron prachových částic odchází z uzavřeného přesypu ve směru pohybu navazujícího pásového dopravníku.

1.1.5 Intenzita prašnosti

Uhlí je po vytěžení standardně skladováno ve venkovních prostorách, kde na něj působí povětrnostní vlivy, jako jsou vlhkost, déšť, teplota či sníh. Tyto podmínky významně ovlivňují vlastnosti složeného uhlí ve vztahu k jeho prašnosti. Při návrhu odsávání je třeba vyhodnotit nejméně příznivý stav. Z uvažovaných variant je ve vztahu k prašnosti, vyhodnoceno uhlí vysušené, obsahující značnou část uhelného prachu jako nejhorší. Pro suché uhlí je charakteristická vysoká prašivost, a proto na tento uvažovaný stav musí být systém odsávání dimenzován.

1.1.6 Časový průběh procesu vykládky

Ve vykládací jámě uhlí jsou při standardním provozu složeny 3 až 4 soupravy vagónů denně. Po složení každé soupravy nastává časová pomlka, než je přistavena nová souprava. Jedna kompletní souprava obsahující 30 vagónů, může tedy při časovém fondu 3,5 minuty na složení jednoho vagónu trvat 1 hodinu 45 minut. Souprava je posunuta vždy o dvojici vagónů, viz kapitola 1.1.2 Průběh vyklápění vagónů. Předpokládaný čas potřebný pro přesunutí soupravy o 2 vagóny je 30 sekund. Vliv na průběh vykládky má i důslednost obsluhy čistící vagóny tlakovým vzduchem z horní pochůzkové plošiny. Časový interval pro operaci čištění je stanoven na 30 až 52 vteřin.

1.2 Charakteristika prachu

Dopravovaným materiálem je hnědé uhlí. Velikost frakce prachu je menší, než 0,5mm. Při charakteristice prachu bylo vycházeno z databáze prachů Staubex, spravovaný institutem IFA. Tato databáze je dostupná na: <http://www.dguv.de>

1.2.1 Hnědé uhlí (3509) [1]

- Velikost částic <125 mikronů [% hmotnosti] 100
- Velikost částic <63 mm [% hmotnosti] 99 100
- Velikost částic <32 mikronů [% hmotnosti] 96
- Střední hodnota [mikronů] <10 <10
- Obsah vlhkosti [% hmotnosti] 2,2
- Ex Dolní limit [g / m³] 60
- Max. Ex-Přetlak [bar] 6,5
- KST hodnota [bar m / s] 85
- Výbušnost St 1
- Minimální zápalná energie [MJ]> 105
- Zápalná teplota BAM [° C] n.i.b.560
- Zářící teplota [° C] n.g.u.500
- Hořlavost BZ 3

Z podkladů získaných z uvedené databáze vyplývá, že prach vyskytující se v provozu vykládací jámy uhlí spadá do skupiny explozních prachů. Z toho důvodu musí být celý systém odprášení v provedení pro odsávání explozních prachů a musí splňovat náležitosti normy ATEX.

1.3 Hygiena pracovního prostředí

Hygiena práce, pracovního prostředí je samostatný obor, který úzce souvisí s BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci). Tento obor posuzuje a hodnotí vlivy působící na osoby vykonávající pracovní činnost. Cílem tohoto oboru je zamezit, nebo alespoň eliminovat dopad vlivů souvisejících s výkonem pracovní činnosti na zdraví zaměstnance. Různá pracoviště se dle míry zatížení zdravotního stavu osob dělí do několika kategorií. Konkrétně se tedy jedná o čtyři stupně zatížení, přičemž čtvrtý stupeň se vyznačuje velkou mírou překračování stanovených limitů a dochází tak nejčastěji k

poškození zdraví z povolání. Kontrolním orgánem stanovujícím limity a dohlížejícím na dodržování hygieny práce je Krajská hygienická stanice.

1.3.1 Kategorizace pracoviště dle právních předpisů [2]

Stupeň zátěže 1. – minimální zdravotní riziko

Jedná se o nejnižší míru zdravotního rizika. Znamená to, že faktor ovlivňující zdraví zaměstnanců je zcela minimální nebo se vůbec nevyskytuje.

Stupeň zátěže 2. – únosná míra zdravotního rizika

Znamená to, že riziko vlivu zátěže na zdraví zaměstnance je únosné a nepřekračuje limity, které jsou stanoveny právními předpisy. I přesto ale nelze zaručit, že zátěž práce bude mít nepříznivý účinek na zdraví zaměstnanců.

Stupeň zátěže 3. – významná míra zdravotního rizika

V tomto případě se jedná o stupeň zátěže, který překračuje povolené limity. Tzn., že na pracovišti je neprodleně potřeba realizovat náhradní technické a organizační opatření. Při třetím stupni zátěže se mohou výjimečně vyskytovat u zaměstnanců nemoci z povolání nebo může docházet k ohrožení zaměstnance nemocí z povolání.

Stupeň zátěže 4. – vysoká míra zdravotního rizika

Čtvrtý stupeň zátěže je charakterizován tím, že vysoce překračuje stanovené limity. Dochází tak mnohem častěji k poškození zdraví z povolání. Na pracovišti se nacházejí faktory, které nepříznivě ovlivňují zdraví zaměstnance. Znamená to, že dochází k neustálému překračování přípustných hodnot. Zdravotní stav zaměstnanců je charakterizován tak, že se opakovaně vyskytují nemoci z povolání. Pro zaměstnavatele to znamená, že musí na pracovišti dodržovat soubor preventivních opatření.

1.3.2 Popis stávajícího stavu

V současné době není provoz vykládací jámy uhlí odprašován. Z hlediska hygieny práce je pracovní stanoviště vykládky zařazeno do čtvrtého stupně zátěže. Znamená to tedy, že na tomto pracovišti existuje vliv, který opakovaně negativně působí na zdraví obslužných pracovníků. Vysokou míru prašnosti na pracovišti, která má negativní vliv na ergonomii pracoviště, má za úkol eliminovat instalace účinného systému odsávání a filtrace vzduchu. Tato technologie přinese výrazné zlepšení, oproti stávajícímu stavu, a to jak uvnitř objektu vykládací jámy uhlí, tak i v jeho širším okolí.

1.4 Vliv provozu na životní prostředí [3]

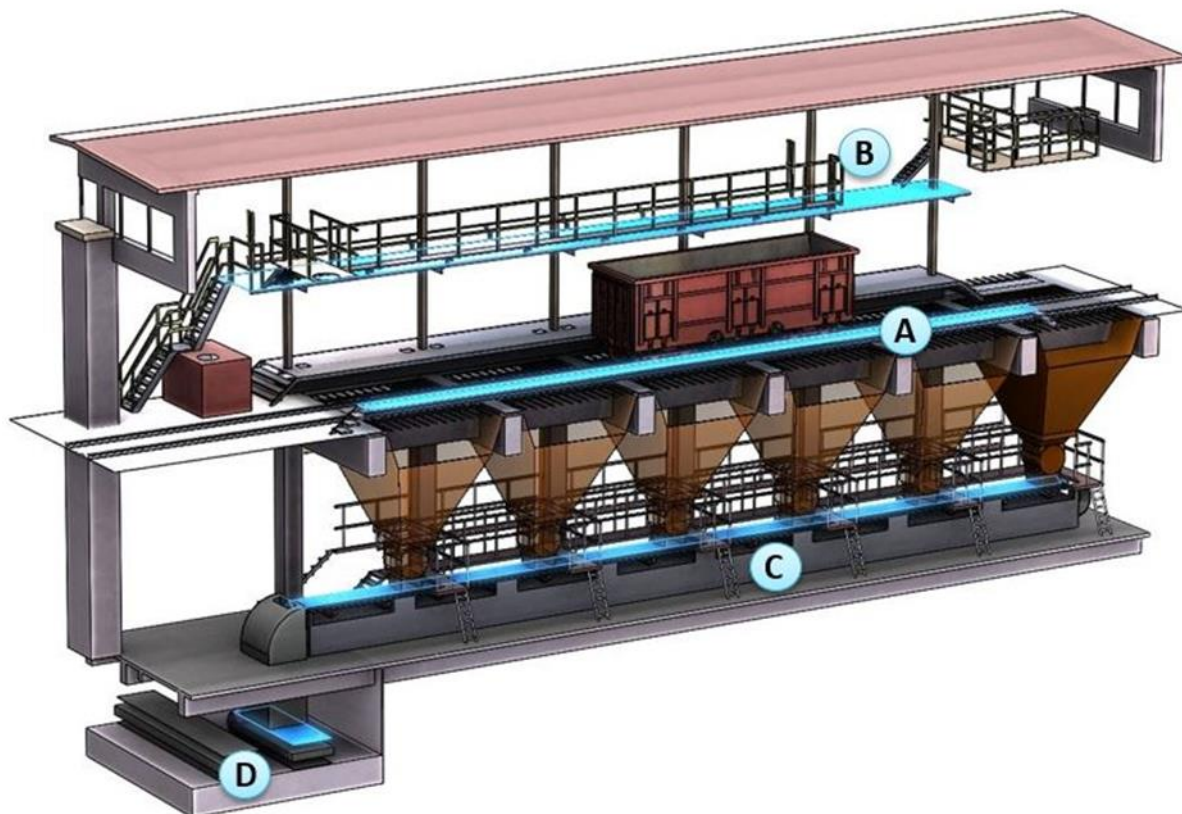
Vzhledem ke stávajícímu stavu, kdy provoz vykládací jámy uhlí není nijak odprašován (viz kapitola 1.3.1 Kategorizace pracoviště dle právních předpisů) jsou veškeré prachové částice uvolňující se při technologickém procesu šířeny do prostoru haly. Následně z pracovního prostoru vykládky unikají stavebními netěsnostmi v podobě fugitivních emisí do venkovního prostředí. Fugitivními emisemi rozumíme: Znečišťující látky, u kterých nelze měřením určit všechny veličiny určené k výpočtu hmotnostního toku. Zejména se tedy jedná o emise uvolňované do atmosféry okny, dveřmi, větracími průduchy, netěsnostmi rozvodů, a veškeré emise vznikající při nakládání s rozpouštědly a při provozu zdrojů z volného prostranství.

2 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ SYSTÉMU ODPRÁŠENÍ

Při daném návrhu technického řešení bylo využito znalostí a zkušeností společnosti CIPRES FITLR BRNO s.r.o.. Tato společnost působí na českém trhu od roku 1990 a zabývá se problematikou průmyslového odprášení.

2.1 Lokalizace zdrojů prachu

Při lokalizování zdrojů prachu bude převzato písmenné označení A až D z kapitoly 1.1.4 Výskyt prachu.



Obr. č. 4 Identifikace zdrojů prašnosti

Zdroj A

Charakterizuje místo prašnosti, které vzniká právě při přesypu uhlí z železničních vagónů do násypných roštů. Uvolněný uhelný prach má tendenci expandovat všemi směry. Z důvodu prostorového uspořádání pracoviště je nejvíce směřován podél stěny železničního vozu vzhůru a také na stranu kolejiště nezastíněnou železničním vozem, což je do prostoru betonové pochůzkové plošiny určené pro obsluhu vykládky. K expanzi prachových částic dochází u každého z výsypných míst, čemuž musí odpovídat i počet a rozložení odsávacích přípravků viz další kapitoly. Podrobně bude umístění odsávacích přípravků rozebráno v kapitole 2.2 Umístění odsávacích přípravků.

Zdroj B

Charakterizuje místo prašnosti, které vzniká při čištění železničních vagónů pomocí trysky tlakového vzduchu. Čištění probíhá vždy u dvojice železničních vozů. Nejprve je

očištěn první vůz a následně druhý. Z tohoto důvodu je vzniklá oblak prachu v prostoru nad vagóny v pracovním prostoru horní pochůzkové plošiny.

Zdroj C

Označuje prostor pěti bubnových podavačů, které dávkuje uhlí ze zásobníků na dopravní pás. Prašnost vzniká uvolněním prachových částic do vznosu při dopadu dávkovaného uhlí komorovým podavačem na pásový dopravník.

Zdroj D

Označuje přesyp mezi jednotlivými pásovými dopravníky. Prašnost vzniká uvolněním prachových částic do vznosu při přepadu dopravovaného uhlí z jednoho pásu na pás navazující.

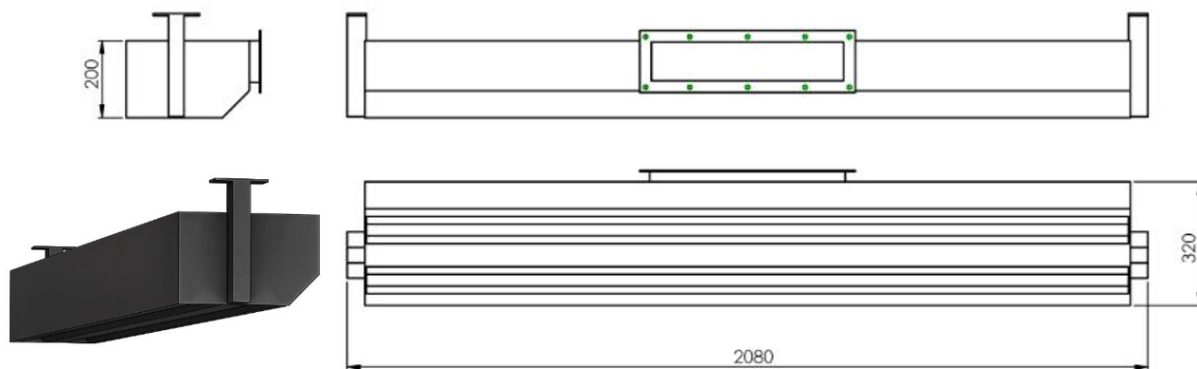
2.2 Umístění odsávacích přípravků

Umístění odsávacích zákrytů a přípravků přímo souvisí s lokalizací zdrojů prášení (viz kapitola 2.1 Lokalizace zdrojů prachu) V následujícím popisu bude tedy přejato písmenné označení A až D z předchozích kapitol.

Odsávací přípravky zdroje A

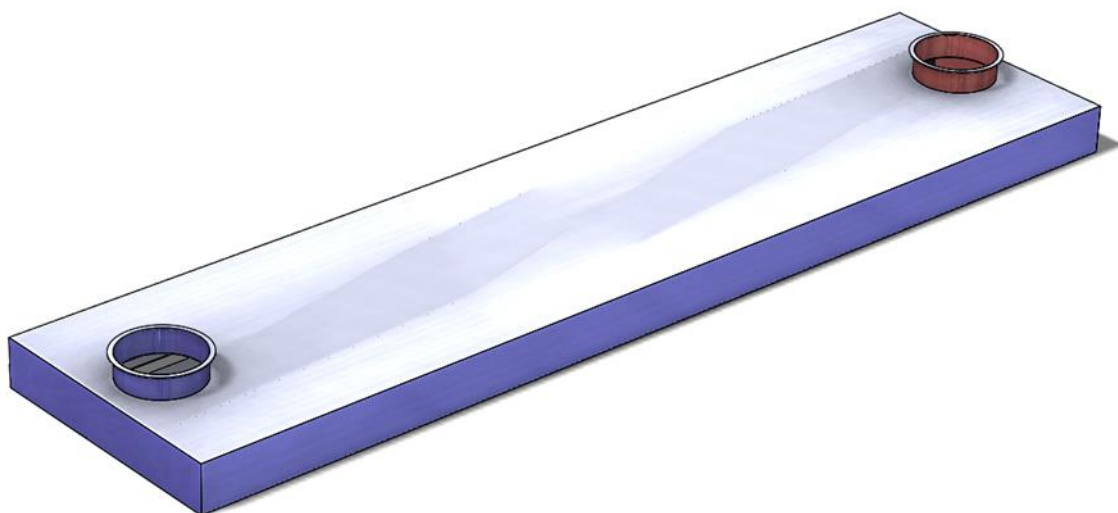
Zdroj prašnosti označený písmenem „A“ bude odsáván za pomoci odsávacích přípravků dvojího typu. Prvním typem odsávacího přípravku je odsávací zákryt zobrazený na Obr. č. 5 Odsávací zákryt pro odprašování zdroje „A“. Tento typ zákrytu je navržen pro odsávání podél obvodových stěn haly. Umístění zákrytu je do prostoru pod betonovou pochůzkou, kde možné odsávat prach přímo u zdroje prášení a přitom neomezit proces vykládky.

Druhým typem odsávacího přípravku je odsávací box zobrazený na Obr. č. 6 Odsávací box pro odprašování zdroje „A“. Tyto boxy jsou navrženy pro odsávání druhé strany koleje, tedy pro odsávání pod betonovou pochůzkou určující střed haly.



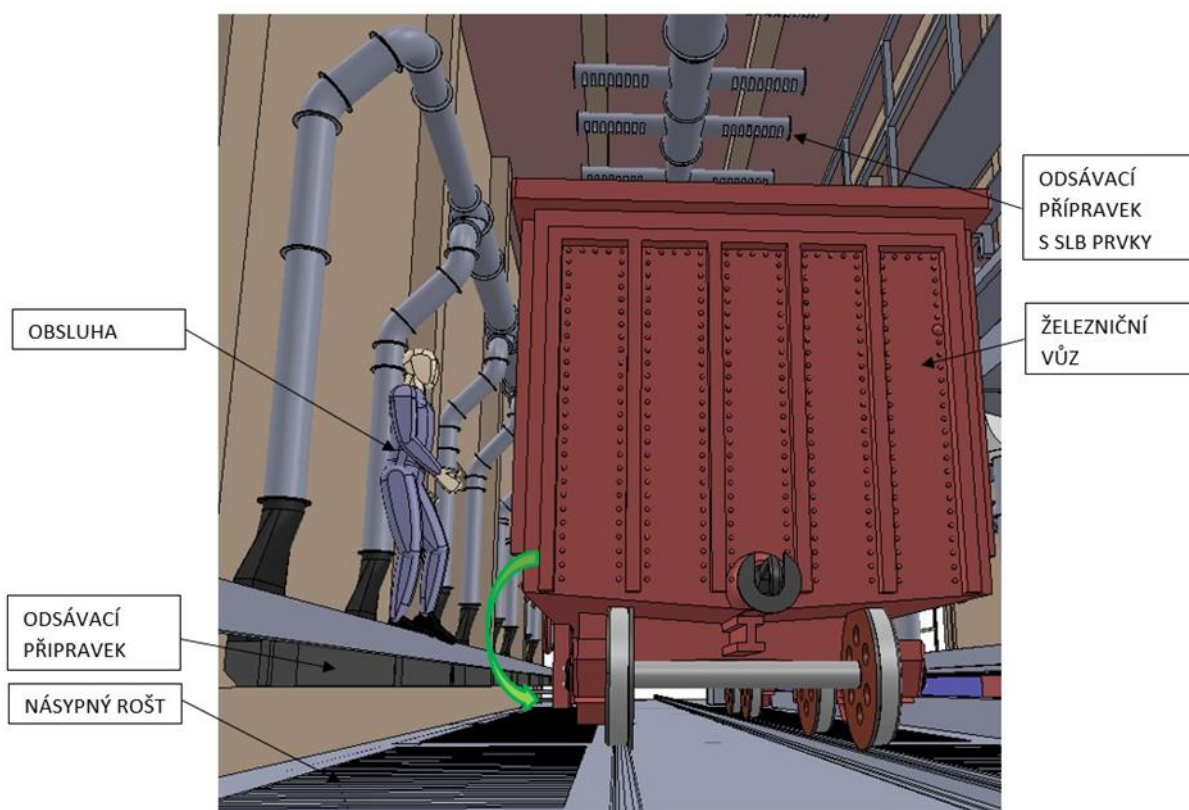
Obr. č. 5 Odsávací zákryt pro odprašování zdroje „A“

Konstrukce těchto odsávacích přípravků je koncipována tak, že samotný box obsahuje dvojici přípojných míst a je rozdělen na levé, nebo pravé strany. Přípojná místa jsou navržena na osu odsávacího přípravku a vnitřní dělení je tak diagonální. Tato konstrukce odpovídá požadavkům na velikost přípravu a také splňuje předpoklady prostorového uspořádání v hale (pod betonovou pochůzkou).



Obr. č. 6 Odsávací box pro odprašování zdroje „A“

Pro optimální obsáhnutí veškeré prašnosti vzniklé ze zdroje „A“ pro jednu kolej, bylo navrženo 12 odsávacích přípravků, z nichž 8 odsávacích zákrytů umístěných v řadě za sebou podél obvodové stěny budovy a 4 odsávací boxy umístěné v ose haly pod středovou betonovou pochůzkovou plošinou.

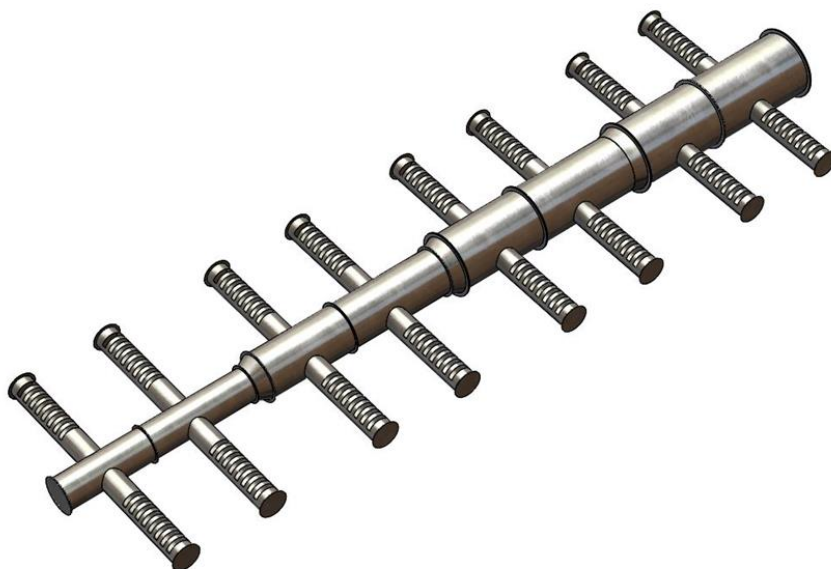


Obr. č. 7 Umístění odsávacích přípravků zdroje „A“ a „B“

Odsávací přípravky zdroje B

Pro odsávání prachu, vzniklého čištěním železničních vagónů, jenž je rozptýlen v prostoru horní pochůzkové plošiny byl navrhnut specifický páteřový odsávací přípravek, obsahující SLB prvky. Tyto přípravky jsou využívány k podstropnímu odsávání a jsou

výhodné z hlediska variability jejich uspořádání. Náhled na navrhnutou odsávací větev s využitím SLB prvků a instalací pod stropem provozu vykládací jámy uhlí je na Obr. č. 8 Páteřová odsávací větev obsahující SLB prvky.



Obr. č. 8 Páteřová odsávací větev obsahující SLB prvky

Podstropní instalace výše zmíněné odsávací větve a její poloha v prostoru vykládací jámy uhlí je dána z Obr. č. 7 Umístění odsávacích přípravků zdroje „A“ a „B“

Odsávací přípravky zdroje C

Za účelem odsávání prašnosti tvořící se při dopadu uhlí z bubnového dávkovače byly navrženy odsávací digestoře zobrazené na Obr. č. 9 Odsávací digestoř pro odprášení zdroje „C“. Tyto digestoře kopírují rozměr pásového dopravníku s přesahy (1200 x 800 mm). Rozmístění těchto odsávacích přípravků odpovídá účelu, a tak jsou umístěny vždy těsně za výpadem z bubnového dávkovače, ve směru pohybu pásového dopravníku.



Obr. č. 9 Odsávací digestoř pro odprášení zdroje „C“

Každý z podavačů má svoji odsávací digestoř celkově se jich tedy v prostoru pod kolejištěm (- 8m) objevuje 5 pro každou kolej.

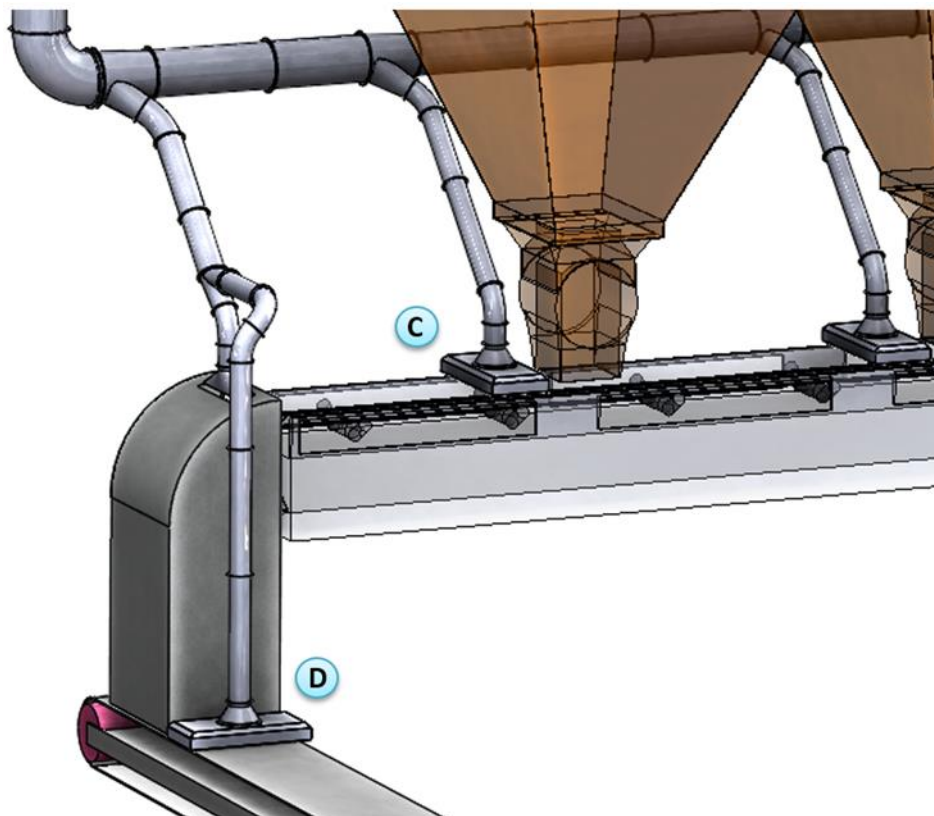
Odsávací přípravky zdroje D

Odsávací přípravky pro zdroj „D“ jsou shodné s odsávacími digestoři zdroje „C“. Pro odprášení tohoto zdroje jsou ovšem navrženy pouze dva přípravky pro každou z kolejí. První z nich je umístěn na vstupu do zakrytovaného přesypu, kde materiál opouští dopravní pás a je přesypán na spodní pás. Druhý z nich je potom umístěn na dopadu, kde

končí kryt přesypu a pokračuje spodní pásový dopravník. Tímto způsobem je zajištěno odsávání všech prachů vzniklých vzletem uhlí a jeho dopadem.



Obr. č. 10 Odsávací digestoř pro odprášení zdroje „D“



Obr. č. 11 Umístění odsávacích digestořů pro odsávání zdrojů „C“ a „D“

2.3 Stanovení souběhu odsávání

Při stanovování souběhu odsávání (stanovení počtu aktivně odsávajících přípravků současně) je potřeba znalost funkce provozu a zmapování všech stavů, které mohou na pracovišti nastat. Tato znalost je důležitá, abychom byli schopni stanovit podmínky určující souběhy v odsávání. Správné ošetření souběhu odsávání nejen zvyšuje efektivitu odsávacího systému, ale také šetří elektrickou energii a prodlužuje dobu nutných servisních intervalů. Modelovým příkladem je provoz vykládací jámy uhlí, kde vykládka probíhá vždy jen na jedné ze dvou průběžných kolejí. Obě koleje (pracoviště), přitom musí být osazeny odsávacím systémem, kvůli jejich bezproblémové zastupitelnosti. Pakliže vykládka probíhá na pravé koleji je nežádoucí, aby systém odsával i na koleji

levé. Proto jsou tyto situace ošetřeny za pomoci daných podmínek řídicím systémem. Neaktivní větve potrubního systému jsou odstaveny pomocí regulačních klapěk.

Pokud některé potrubní větve nejsou aktivní, systém automaticky sníží výkon ventilátoru a šetří tak energii.

Výsledkem stanovení souběhu odsávání s odvoláním na zjištěná fakta v kapitolách: 1.1.2 Průběh vyklápění vagónů, 1.1.4 Výskyt prachu a 1.1.6 Časový průběh procesu vykládky jsou tyto skutečnosti:

- Bubnové podavače spolu s přesypy pásových dopravníků (místa označené písmeny „C“ a „D“ na Obr. č. 3 Identifikace zdrojů prašnosti, nebo Obr. č. 11 Umístění odsávacích digestoří pro odsávání zdrojů „C“ a „D“) je nutné odsávat trvale po njetí provozu.
- Místa označené písmeny „A“ a „B“ (odsávací přípravky z obr. č. 4 a č. 5 a také přípravky s SLB prvky zobrazený na Obr. č. 7 Umístění odsávacích přípravků zdroje „A“ a „B“) budou mezi sebou přepínána, a to podle potřeby signálem od obsluhy. Pokud bude obsluha pracovat na spodní betonové pochůzkové plošině, poběží spodní větve odsávání (A) a po přesunu na horní pochůzkovou plošinu za účelem čištění vozů bude aktivní horní podstropní odsávací větev (B).

Toto řešení je navrženo z důvodu úspory investičních nákladů, kdy při postupném přepínání mezi jednotlivými odsávacími větvemi je spořen potřebný odsávací výkon. Spolu s nárůstem odsávacího výkonu roste i nutná velikost filtračního zařízení, a tak i cena celého systému.

Pro všechny varianty přitom stále platí možnost volby levé, či pravé větve odsávání. Maximálně je tak v souběhu aktivních 21 odsávacích přípravků, které mohou být dále regulovány.

2.4 Stanovení odsávacího výkonu

Určení odsávacího výkonu je jednou z nejdůležitějších částí při návrhu filtračního systému. Odsávacím výkonem se rozumí množství odsávaného vzduchu, za jednotku času. Tato hodnota se uvádí v m³/h. V průmyslové vzduchotechnice neexistuje žádná spolehlivá metoda, jak odsávací výkon určit. Vychází se tedy ze zkušeností s použitím obdobných aplikací.

Stanovení odsávacího výkonu pro provoz vykládací jámy uhlí určuje počet jednotlivých odsávacích přípravků v souběhu. Konkrétně se tedy jedná o 8 odsávacích přípravků typu zákryt pro zdroj „A“ umístěných v úrovni kolejiště, každý o určeném odsávacím výkonu 3 425 m³/h, kterým sekunduje čtveřice odsávacích přípravků typu box dimenzovaných na stejný odsávací výkon (4x6850m³/h) celkově tedy 27 400 m³/h. Pod stropem objektu se jedná o dvě odsávací větve s přípravky osazenými SLB prvky, každá z nich je dimenzována na 27 400 m³/h. Pod úrovní kolejiště se jedná o pět odsávacích přípravků odsávajících výpady z bubnových podavačů každý o výkonu 3 840 m³/h a také dvojici odsávacích přípravků pro odsávání přesypu pásových dopravníků s výkonem 3 000 m³/h na každý.

Celkovým součtem tedy:

$$27\,400\text{ m}^3/\text{h} + 27\,400\text{ m}^3/\text{h} + 19\,200\text{ m}^3/\text{h} + 6\,000\text{ m}^3/\text{h} = 80\,000\text{ m}^3/\text{h}$$

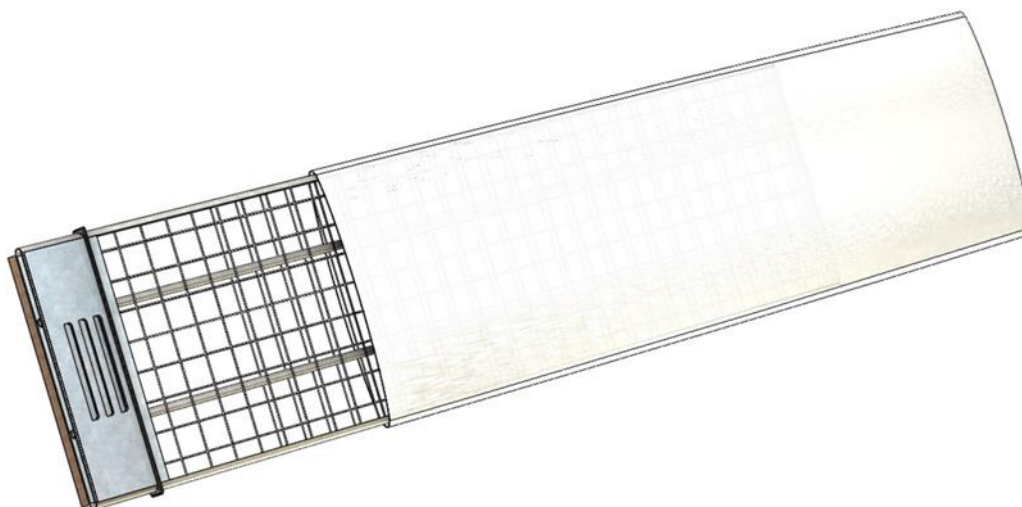
Celkové množství odsávaného vzduchu je tedy stanoveno na 80 000 m³/h.

2.5 Návrh filtračního zařízení

Návrh filtračního zařízení probíhal ve spolupráci se společností CIPRES. Bylo využito firemního označení modelové řady CARM GH. Výsledkem návrhu je filtrační zařízení mající označení 7x CARM GH 15/1/(8)7/17 ODL OSEX 3M 2xŠ 1xRP1 50/20-8, které bude rozklíčováno v následujících kapitolách.

2.5.1 Stanovení filtrační plochy

Filtrační plocha je uváděna v metrech čtverečních a vyjadřuje celkovou plochu jednotlivých filtračních elementů. Při návrhu bylo využito vytvořených standardů společnosti CIPRES a je uvažováno použití filtračních elementů v podobě filtračních tašek. Z typizované řady byla vybrána filtrační taška o velikosti filtrační plochy 1,75 m² o rozměrech 500 x 1750mm. Jako filtrační médium bude použita filtrační látka z netkané textilie.



Obr. č. 12 Filtrační element - taška z netkané textilie

Výpočet pro stanovení potřebné filtrační plochy vychází z následujících vzorců.

Vstupními parametry jsou:

- Stanovený odsávací výkon $Q = 80\,000 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 1333,3 \text{ m}^3/\text{min}$
- Zatížení filtrační plochy $v = 1,1 \text{ m}/\text{min}$ (toto zatížení je doporučené výrobcem)
- Filtrační plocha jednoho filtračního elementu $S_1 = 1,75 \text{ m}^2$

Filtrační plocha $S_{\text{Výsledná}}$:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{1333,3}{1,1} = 1212,1 \text{ m}^2$$

Celková filtrační plocha potřebná k obsáhnutí 80 000 m³/h je tedy 1212,1 m².

Vypočítanou filtrační plochu potřebnou pro obsáhnutí 80 000 m³/h vzdušiny rozčleníme do jednotlivých filtračních elementů a určíme jejich počet E.

$$E = \frac{1212,1}{1,75} = 692,6 \rightarrow 693 \text{ ks}$$

Z výpočtu vychází potřebný počet filtračních elementů $E=693$ ks. Prostorové uspořádání jednotlivých elementů je libovolné, proto bude navrženo tak, aby co nejlépe odpovídalo prostorovým dispozicím místa instalace.

Filtrační tašky se skládají do jednotlivých řad vedle sebe a pater nad sebou. Pro návrh bylo použito rozčlenění 15 tašek vedle sebe.

Je navrženo 7 pater filtračních elementů, což odpovídá 99 ks tašek na 1 patro rozdělených na bloky po 15 ks $693/99=7 \rightarrow$ tzn. 7 těchto bloků vedle sebe.

Přepočtem stanovíme výsledný počet tašek, zatížení a uspořádání filtru.

$$15 \times 7 \times 7 = 735 \text{ ks} - \text{počet tašek}$$

$$735 \times 1,75 = 1286,3 \text{ m}^2 - \text{výsledná filtrační plocha}$$

$$\frac{Q}{S} = v \rightarrow v = \frac{1333,3}{1286,3} = 1,04 \text{ m/min} - \text{výsledné zatížení}$$

2.5.2 Princip regenerace filtračního média

Regenerace filtračního média je prováděna za účelem zachování konstantního sacího výkonu a zachování účinnosti filtračního zařízení. Dále prodlužuje interval mezi nutnými servisními prohlídkami. Regenerace filtračního média je tvořena rázy tlakového vzduchu do filtrační tašky, při kterém dojde k nafouknutí filtrační látky a následnému oklepu. Oklepem filtrační tašky dojde k uvolnění zachyceného prachu, který je následně odveden do sběrné nádoby.

2.5.3 Určení typu filtračního zařízení

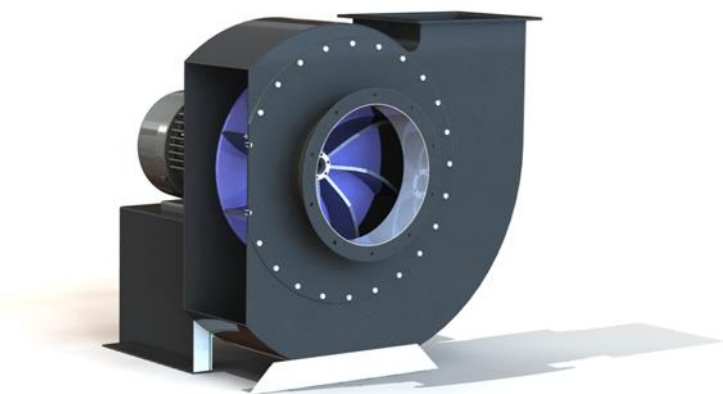
Dle podnikové normy společnosti CIPRES FILTR BRNO s.r.o. je navrhnuté filtrační zařízení označeno názvem: 7x CARM GH 15/1/(8)7/17 ODL OSEX 3M 2xŠ 1xRP1 50/20-8.

2.5.4 Návrh odsávacích ventilátorů

Dle potřebného stanoveného odsávacího výkonu viz kapitola 2.4 Stanovení odsávacího výkonu je navrhnout radiální odsávací ventilátor, společnosti TCF VZDUCHOTECHNIKA s.r.o. s parametry specifikovanými viz. Tabulka 1 Parametry ventilátoru.

Tabulka 1 Parametry ventilátoru

Parametr	hodnota	jednotka
Objemový průtok vzdušiny Q_v	25.4	m ³ /s
Celkový tlak p_{cv}	4 000	Pa
Měrná hmotnost vzdušiny ρ	1,137	kg/m ³
Otáčky n	1821	min ⁻¹
Příkon P_p	133	kW
Hmotnost vč. motoru m	3,0	t



Obr. č. 13 Ventilátor TCF

2.5.5 Popis cesty odprašků

Z jednotlivých komor filtračního zařízení (celkem 7 ks) budou odprašky odváděny pomocí rotačních podavačů do společného šnekového dopravníku. Výsyp ze šnekového dopravníku bude zaústěn do mezizásobníku odprašků. Mezizásobník odprašků bude plnit funkci provozní zásoby prachu pro navazující kondicionér. Kondicionér má za úkol zvlhčení odprašků za účelem snížení jejich prašnosti při další manipulaci. Výsyp z kondicionéru bude veden zpět do vykládací jámy uhlí.

2.5.6 Řešení odsávání explozního prachu

Z charakteristiky prachu viz kapitola 2.2 Umístění odsávacích přípravků vyplívá, že odsávaný prach je explozní. Navržená technologie odsávání musí být certifikována pro použití při odsávání explozních prachů dle normy ATEX.

Základními technickými opatřeními při odsávání explozních prachů jsou:

- Zesílená (tlakově odolná) skříň filtračního zařízení
- Instalace odlehčovacích membrán pro uvolnění přetlaku do bezpečného prostoru v případě exploze
- Instalace bezpečnostních klapek B-FLAP do sacího potrubí, pro zamezení šíření zpětné tlakové vlny
- Použití antistatického filtračního média
- Instalace rotačních podavačů podléhajících certifikaci dle ATEX
- Elektrické propojení jednotlivých komponent potrubních tras pro odvod statické elektřiny

2.6 Umístění filtračního zařízení

Filtrační zařízení musí být z dispozičních důvodů umístěno mimo provoz vykládací jámy uhlí. Z tohoto důvodu je v návrhu uvažována vyvýšená nosná ocelová konstrukce, na níž bude umístěna filtrační jednotka spolu s nezbytným příslušenstvím. Ocelová konstrukce musí být vyvýšena do výšky +6 metrů, aby byl zachován průjezdný profil železniční dopravy. Na plošině ocelové konstrukce bude včetně filtrační jednotky umístěna elektro rozvodna, usazen odsávací ventilátor a uložen systém dopravy odprašků. Odsávací ventilátor bude umístěn v prostoru pod filtrační technologií a uzavřen v hlukotlumícím boxu tvořeným akustickými – sendvičovými panely.

2.7 Návrh odsávacího potrubí

Při návrhu odsávacího potrubí musí být potrubní trasy navrženy tak, aby neomezovaly stávající provoz vykládací jámy uhlí. Zároveň také musí jednotlivé potrubní trasy splňovat vzduchotechnické předpoklady a musí být vyvedeny ve správné dimenzi, viz kapitola 2.7.2 Popis odprašovacího potrubí.

2.7.1 Odsávací výkony pro jednotlivé zóny

▪ Vykládací prostor nad roštem / pod stropem objektu	54 800 m ³ /h
▪ Násypky pěti bubnových podavačů, zásobníků na sběrný pás	19 200 m ³ /h
▪ Přesyp pásových dopravníků navazující dopravy	6 000 m ³ /h
▪ Celkem	80 000 m ³ /h

2.7.2 Popis odprašovacího potrubí

Vykládací prostor nad roštem / pod stropem objektu

Jedná se o hlavní odsávací potrubí filtračního zařízení odprášení vykládací jámy. Odsávací výkon 54 800 m³/h bude přepínán mezi odsávání nad roštem a podstropním odsáváním.

Odsávání nad roštem:

Bude v provozu vždy, když pracovník provádí samotný výsyp do vykládacích jam. Před vysypáním uhlí z vagónu stiskem tlačítka aktivuje spodní odsávání, tím bude veškerý odsávací výkon 54 800 m³/h soustředěn do odsávání v prostoru nad roštem. V okamžiku vysypání vagónu zajistí intenzivní odsátí prachových nečistot přímo u zdroje a tím bude snižována zaprášenost uvnitř pracovního prostoru.

Odsávání nad roštem bude zrealizováno pomocí odsávacích zákrytů (viz kapitola 2.2 Umístění odsávacích přípravků), umístěných v prostoru pod stávajícími pochůzkovými plošinami. Přivedení odsávacích rour bude provedeno skrze pochůzkové plošiny tak, aby co nejméně omezovaly pracovníky v jejich manipulačním prostoru. Navrhnuté umístění prostupů skrze pochůzkové plošiny je v ose sloupů u střední pochůzkové plošiny a v prostoru u stávajících sloupů co nejbližší stěně (u bočních odsávání). Navrhovaná dimenze jednotlivých připojovacích bodů je Ø300 mm.

Odsávání pod stropem objektu:

Podstropní odsávání bude v provozu vždy, pokud nedojde k aktivaci odsávání pod roštem. Pokud dojde k aktivaci odsávání pod roštem, dojde k přepnutí odsávacího výkonu z podstropního odsávání na odsávání pod roštem a to pomocí automatických, pneumaticky ovládaných regulačních klapek. Odsávání pod rošty bude v chodu omezenou dobu. Předpokládaná doba je 1 - 3 minuty, po níž dojde k automatickému přepojení odsávacího výkonu pod strop objektu, kde tímto bude docházet k dočištění vzduchu v prostoru haly vykládací jámy.

Odsávání pod stropem bude zrealizováno dvojicí odsávacích potrubních větví s nasávacími mřížemi (SLB prvky), umístěnými nad osami obou kolejí s navrhovanou dimenzí Ø250 mm.

Odsávání podzemních prostor

Jedná se o odsávání od bubnových podavačů umístěných v podzemních prostorech budovy vykládací jámy uhlí. Odprašovanými místy budou místa dopadu materiálu na sběrný pás.

U každého bubnového podavače bude umístěna odsávací digestoř s přípojovacím hrdlem Ø250 mm.

Celkový odsávací výkon odsávání v prostoru pod kolejištěm je $Q = 19\,200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Přesyp pásových dopravníků navazující dopravy

Jedná se o odsávání přesypů pásových dopravníků umístěných v podzemních prostorech budovy vykládací jámy uhlí. Odprašovanými místy budou místa výsypu materiálu ze sběrného pásu a dopadu materiálu na dopravní pás.

V místě odprašení výsypů ze sběrných pásů bude odsávací potrubí připojeno pomocí odsávací digestoře ke stávajícímu zákrytu.

Celkový odsávací výkon odsávání přesypu je $Q = 6\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Navrhovaná dimenze přípojovacího bodu je Ø250.

2.7.3 Dimenze potrubí

Pro odsávací potrubní rozvody bude použito kruhové potrubí Sk.III. Jednotlivé dimenze budou voleny za odsávacích rychlostí $v = 20 - 22 \text{ m/s}$ a budou navrženy v těchto průměrech a minimálních tloušťce materiálu:

- Ø 180 až Ø 450 v tloušťce 2,0 mm
- Ø 500 až Ø 710 v tloušťce 3,0 mm

2.7.4 Zabránění abraze [4] [5]

Po návrhu potrubních rozvodů byla za použití softwaru SolidWorks provedena analýza proudění v potrubí. Výstupem analýzy je určení kritických míst, kde by mohlo dojít k prodření potrubního komponentu vlivem abraze. Z toho důvodu budou v kritických místech komponenty vyrobeny v zesíleném a materiálově upraveném provedení. Použitým materiálem pro tyto komponenty bude materiál Hardox 400 viz specifikace, viz Tabulka 2 Vlastnosti materiálu Hardox 400.

Tabulka 2 Vlastnosti materiálu Hardox 400

	Tvrдость	Pevnost		Tažnost	Houževnatost	Uhlíkový ekvivalent		Poloměr ohybu
	HB Brinell	Rp0,2 MPa	Rm MPa	A5 %	KV, -40°C J	CEV	CET	R min mm
Hardox 400	370-430	1000	1250	12	45	0,37	0,26	3xt

Materiál Hardox kombinuje vlastnosti ořezuvzdorných i konstrukčních ocelí současně. Vyznačuje se vysokou odolností, houževnatostí a tvrdostí, je také dobře svařitelný. Ocelové plechy z tohoto materiálu se využívají pro výrobu koreb nákladních aut i pro výrobu součástí strojů, které budou používány na velmi tvrdé horniny a minerály.

2.7.5 Požadavky na energii

Dle podkladů od výrobce filtrační technologie – společnosti CIPRES FILTR BRNO s.r.o., jsou předpokládány požadavky na elektrickou energii viz Tabulka 3 Tabulka spotřeb.

Tabulka 3 Tabulka spotřeb

Tabulka spotřeb elektrické energie při provozu filtru	
Motor ventilátoru	160 kW
Motor šnekového dopravníku č.1	1,5 kW
Motor šnekového dopravníku č.2	1,5 kW
Motor rotačního podavače	0,75 kW
Motor homogenizátoru prachu	5,5 kW
Ostatní příslušenství	8 kW

3 GRAFICKÁ INTERPRETACE NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ ZA POUŽITÍ 3D SOFTWARE

Použitím 3D softwaru k vytvoření modelu, na němž lze interpretovat navrhované řešení je v současnosti jednou z nejpoužívanějších metod. Dříve toto bylo možné pouze za pomoci vytvoření papírového, polystyrenového, nebo dřevěného modelu, což bylo velmi časově náročné a výsledek nebyl vždy uspokojivý. Díky současné technologii 3D softwarů lze řešit i rozsáhlejší projekty do nejmenších detailů. Za pomoci 3D sestav lze také simulovat vkládání určité technologie do míst pro ni určených, tak jako například při řešení návrhu technologie odprášení vykládací jámy uhlí.

3.1 Volba 3D softwaru

Při práci s 3D softwary je nejprve nutné zvolit vhodný nástroj (software) pro danou oblast práce, určit výstupy, kterých má být dosaženo a stanovit kompromis mezi cenou a využitelností softwaru. V současnosti je na trhu k dispozici několik 3D CAD softwarů, které jsou v základu rozlišitelné na úrovni průmyslových oblastí, pro které jsou navrženy. Dalšími faktory, které 3D softwary člení, jsou například kompatibilita, výkon, spolehlivost, doplňkové moduly a další. Vhodná volba je důležitá i z důvodu nezastupitelnosti softwaru. To znamená, že změna softwaru je doprovázena ztrátou historie modelování, což následně komplikuje další postup.

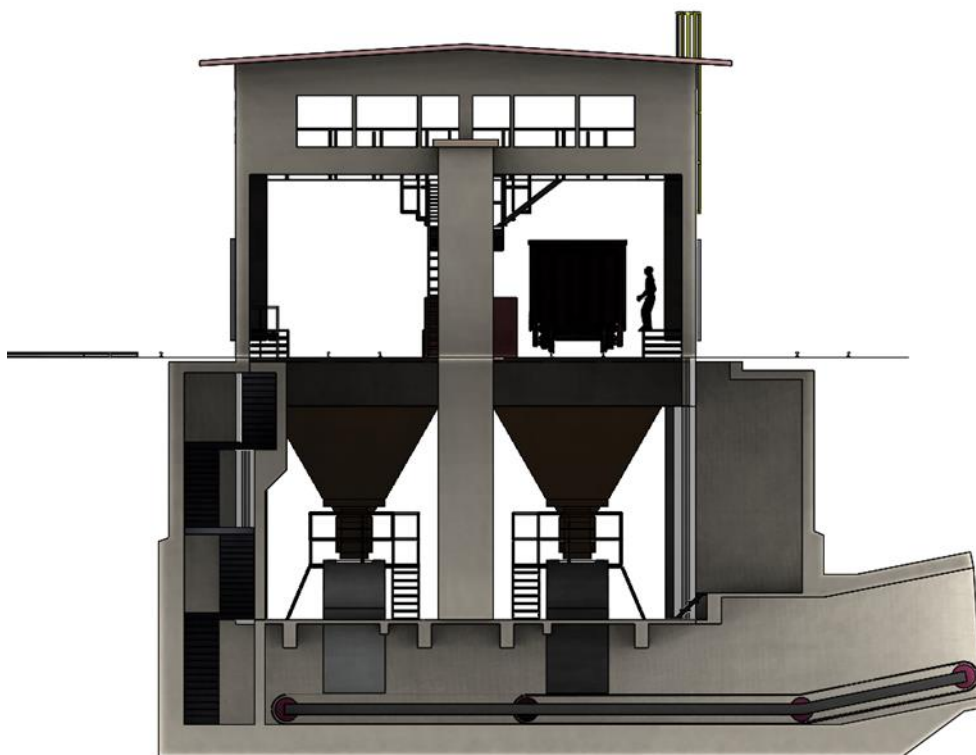
K tvorbě této práce bylo využito softwaru SolidWorks ve verzi 2017. Tento software nabízí veškeré potřebné atributy pro rychlou a snadnou práci. Také zvládne tvorbu veškeré dokumentace a to jak pro účely prezentace, tak pro tvorbu výrobních výkresů. Ačkoli při tvorbě této práce bylo zapotřebí zmapovat i stavební objekty (budovu vykládací jámy uhlí), načež by bylo vhodnější použít některý ze stavebních softwarů (např. ARCHICAD), byl vybrán software SolidWorks, za pomoci kterého bylo možné zpracovat jak stavební objekty, technologii odprášení tak i vyřešit vzniklé kolize a optimalizovat celkový návrh.

3.2 Vizualizace

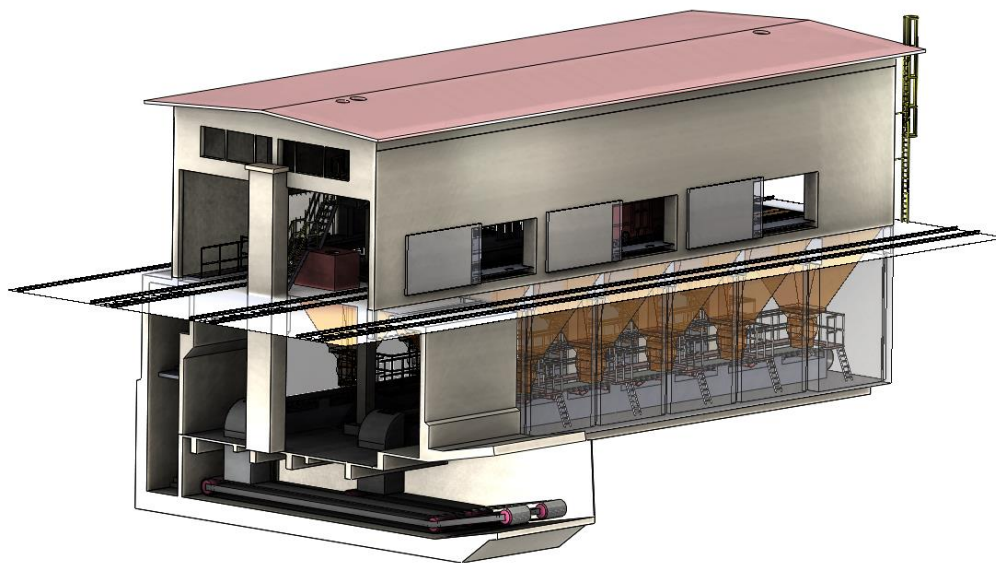
Následující kapitoly se věnují grafické interpretaci navrženého řešení. Veškeré obrázky jsou vytvořeny pomocí softwaru SolidWorks, nebo jeho doplňkového modulu PhotoView 360.

3.2.1 Hala vykládací jámy

Budovou vykládací jámy uhlí je technologická hala o rozměrech 12 x 37 metrů. Tato hala je členěna na čtyři základní výškové úrovně. Nejvýše poležená je pochůzková plošina nad úrovní železničních vozů (+3 950 mm). Na kótě + 0,0 mm se nachází kolejiště spolu s násypnými rošty. Pod úrovní kolejiště (-7 640mm) je přístup k výsypům z bubnových podavačů, které navazují na kónické zásobníky. Nejnižší položeným patrem (-10 690mm) je patro pásových dopravníků, které uhlí transportují mimo provoz vykládací jámy.

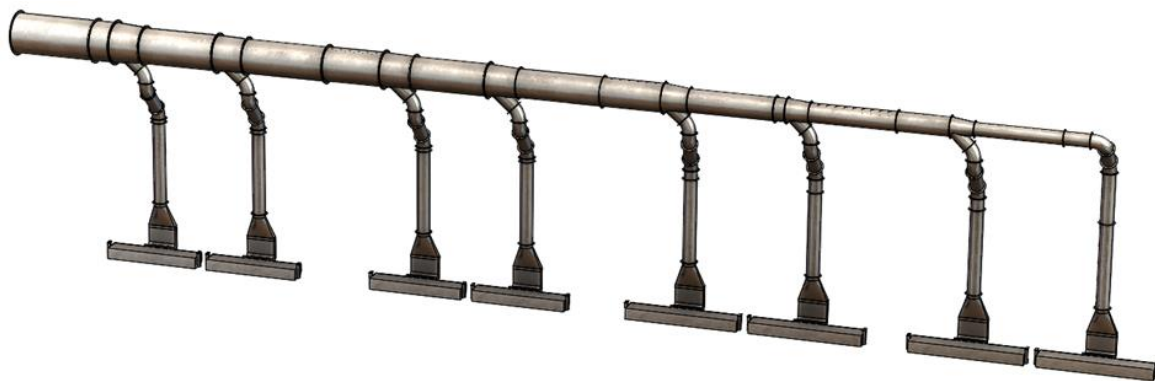


Obr. č. 14 Hala vykládací jámy

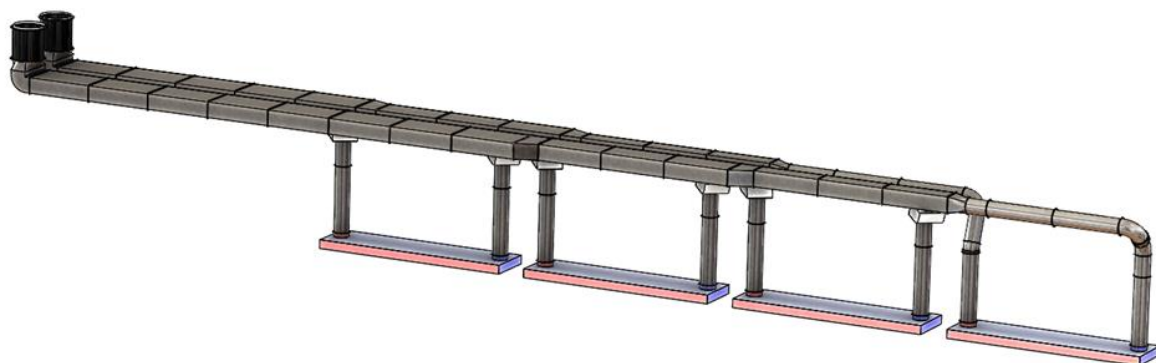


Obr. č. 15 Hala vykládací jámy axonometrie

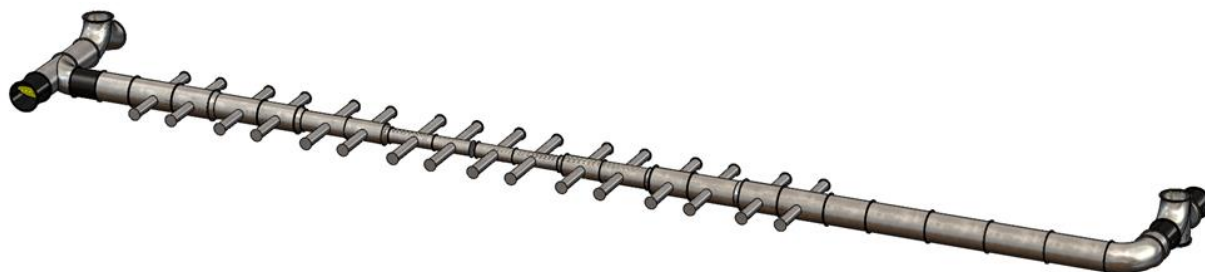
3.2.2 Odsávací přípravky



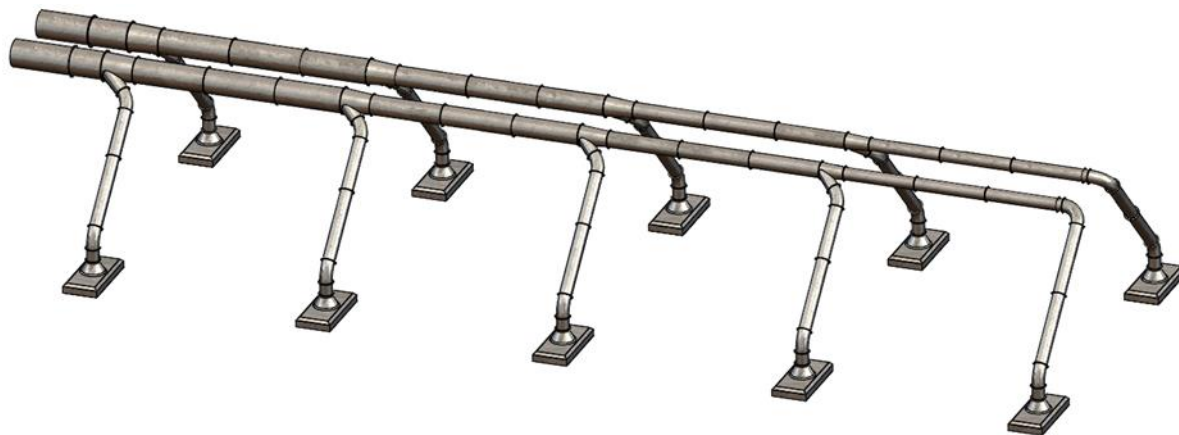
Obr. č. 16 Odsávací přípravky typu zákryt pro odprašování zdroje „A“



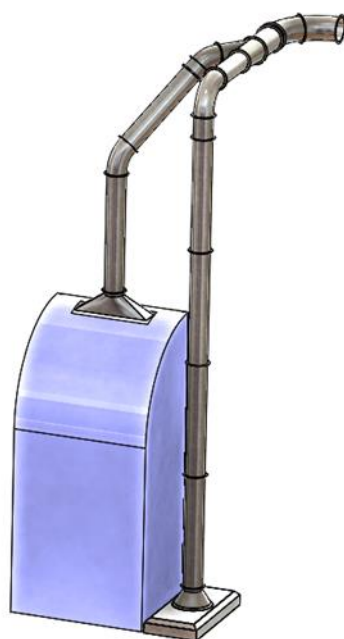
Obr. č. 17 Odsávací přípravky typu box pro odprašování zdroje „A“ (střed mezi kolejišti)



Obr. č. 18 Podstropní odsávání pro odprašování zdroje „B“

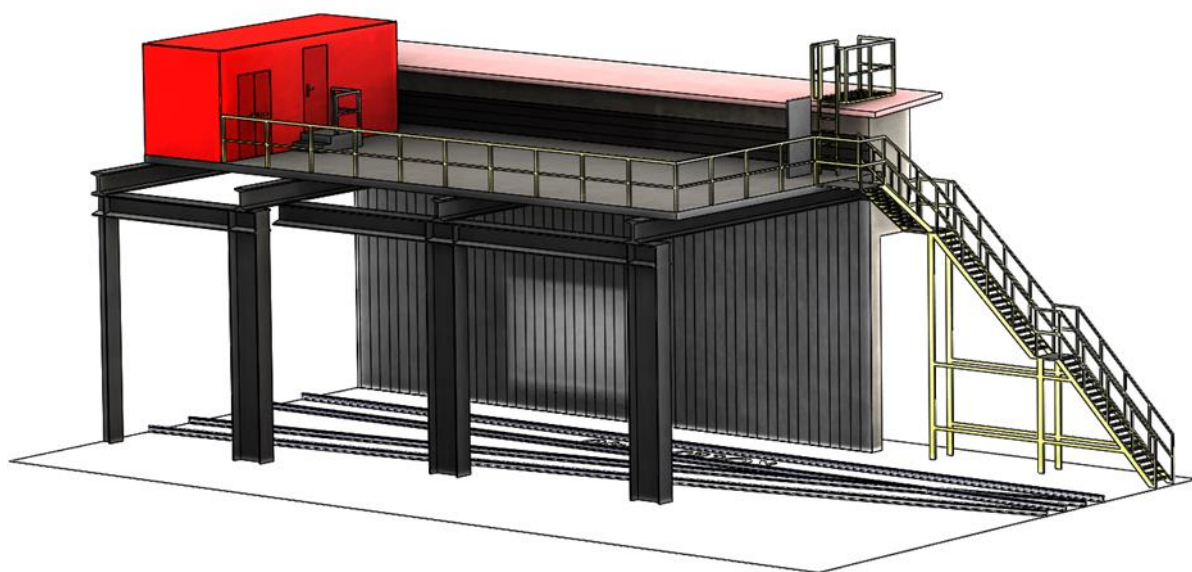


Obr. č. 19 Odsávací digestoře pro odprašování zdroje „C“



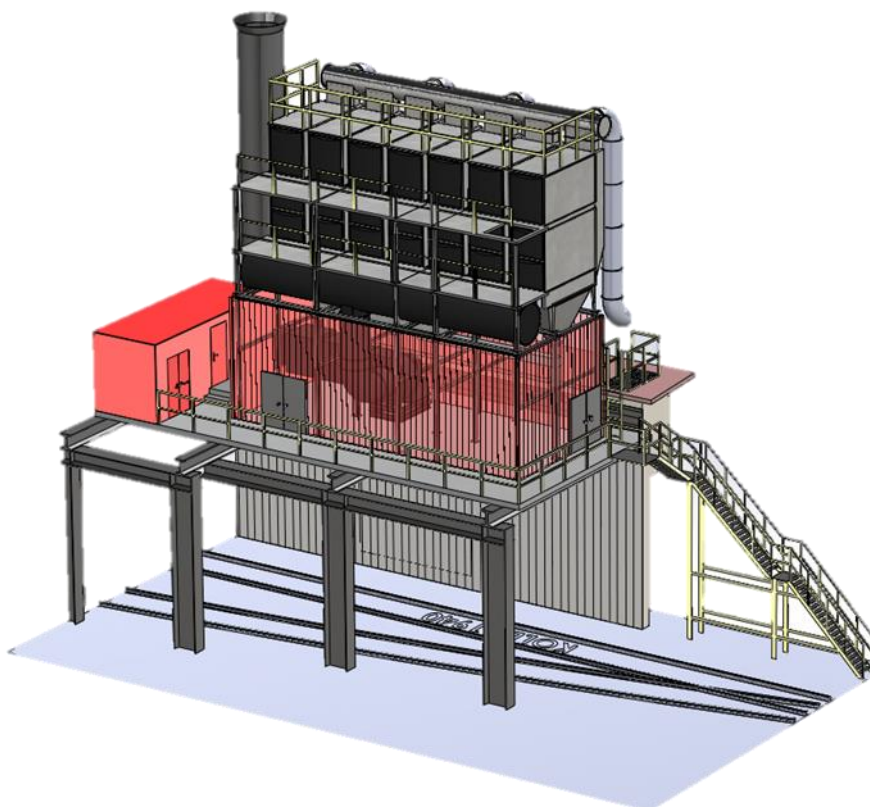
Obr. č. 20 Odsávací přípravky pro odprášení zdroje „D“

3.2.3 Nosná ocelová konstrukce

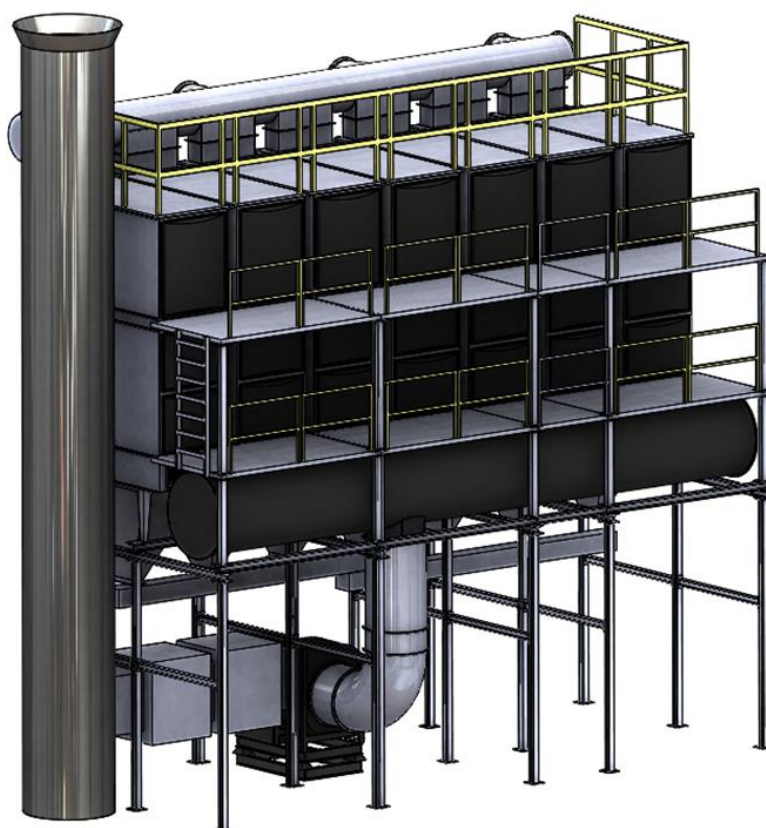


Obr. č. 21 Nosná ocelová konstrukce pro filtrační jednotku

3.2.4 Filtrační technologie



Obr. č. 22 Filtrační jednotka-sestava

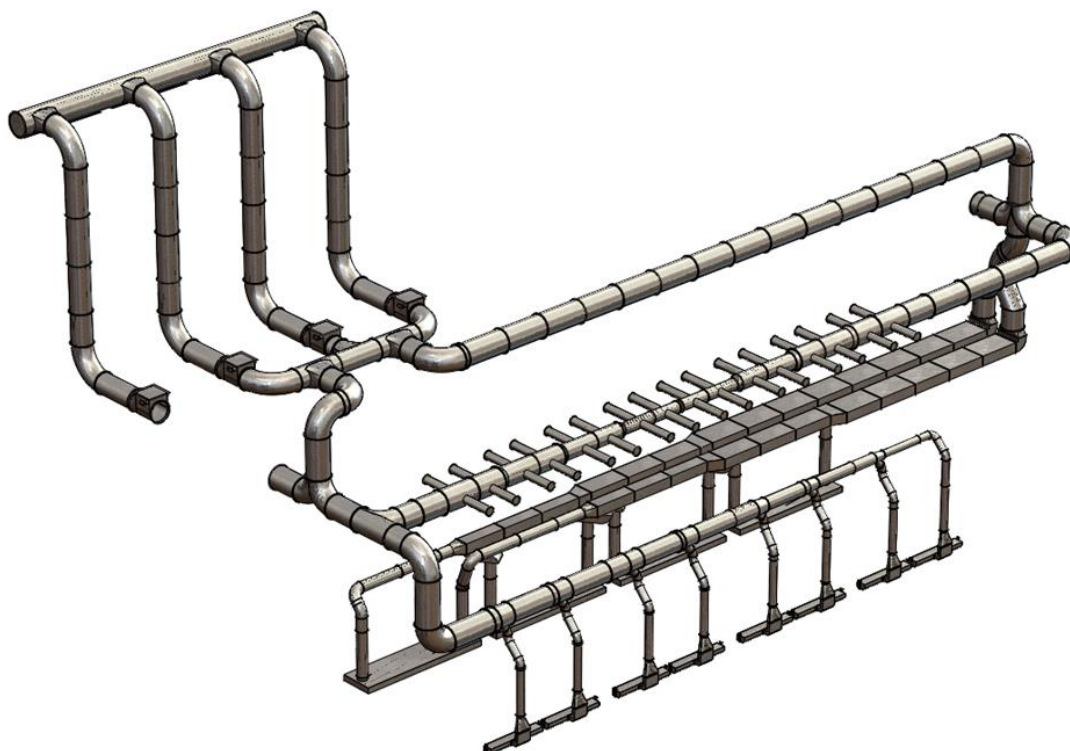


Obr. č. 23 Filtrační jednotka

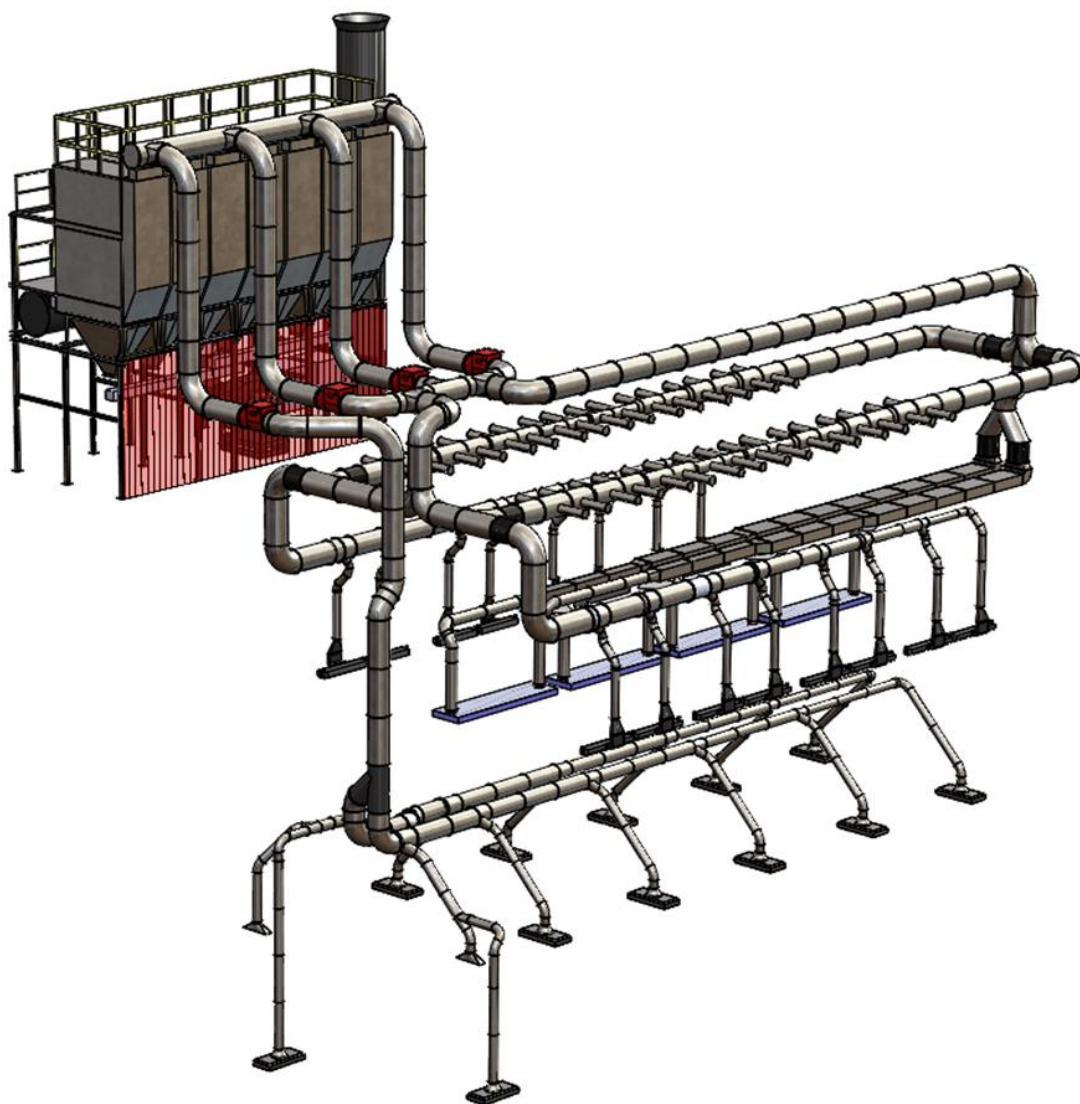
3.2.5 Odsávací potrubí



Obr. č. 24 Odsávací větev pro odsávání spodní části vykládací jámy uhlí (pod kolejištěm)



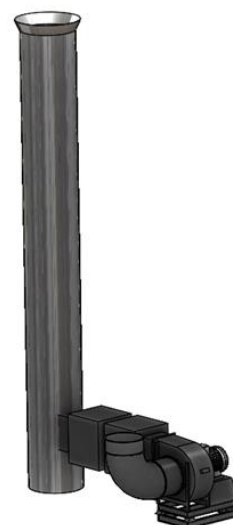
Obr. č. 25 Odsávací větev pro odsávání horní části vykládací jámy uhlí (pravá strana)



Obr. č. 26 Veškeré odsávací potrubí s filtrační jednotkou

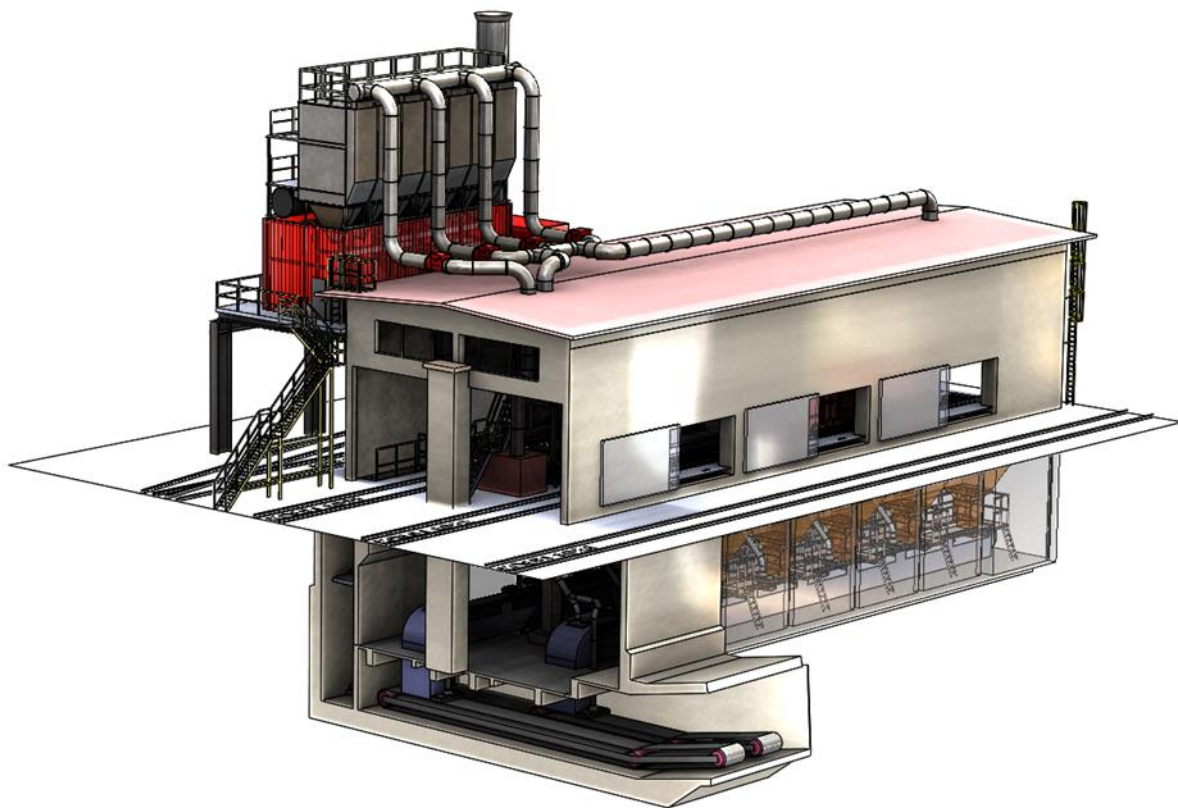
3.2.6 Výdechové potrubí

Z prostorového uspořádání a povahy haly vykládací jámy uhlí není potřeba přefiltrovaný čistý vzduch vracet zpět do prostoru haly. Sestava výdechového potrubí se tedy skládá pouze z odsávacího ventilátoru, na jehož výstupu jsou umístěny dva tlumiče hluku a vyústění do výdechového komínu. Ventilátor i spolu s tlumiči hluku je umístěn ve hlukotlumícím boxu, ten zabraňuje šíření hluku do okolního prostředí.

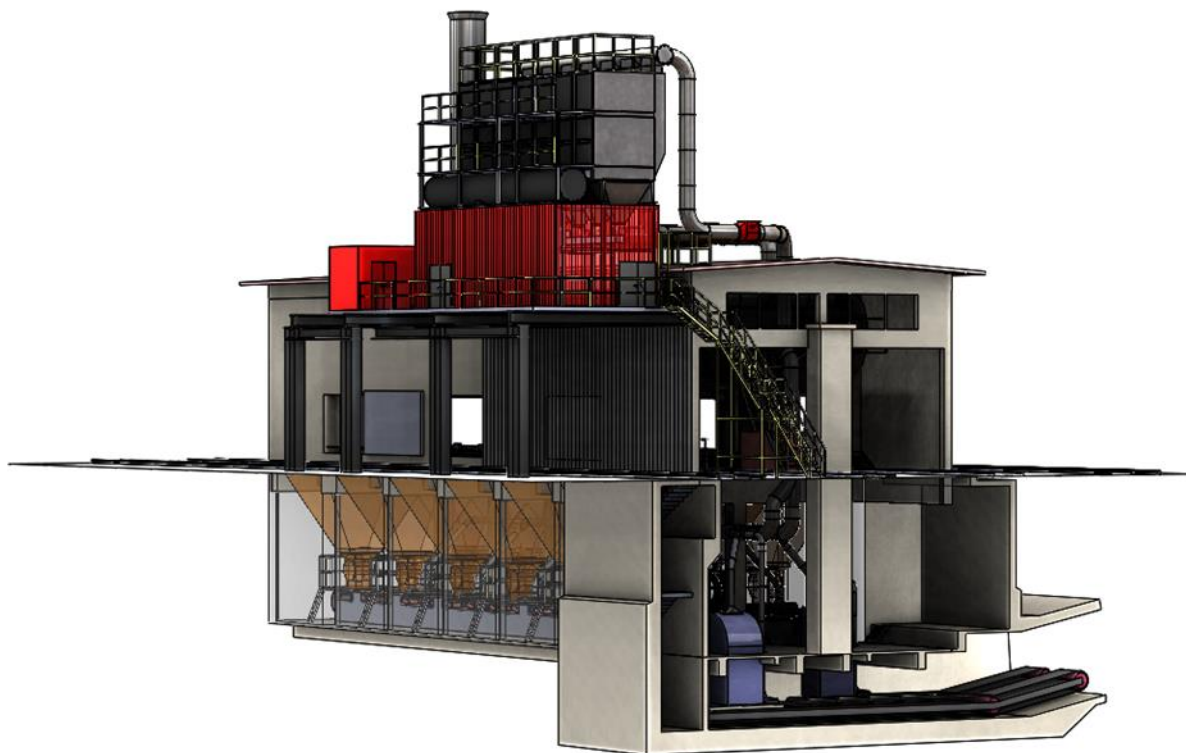


Obr. č. 27 Sestava výdechu

3.2.7 Sestava navržené technologie



Obr. č. 28 Sestava vykládací jámy uhlí



Obr. č. 29 Sestava vykládací jámy uhlí 2

4 ANALÝZA INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ A EKONOMIKY PROVOZU

Díky komplexnímu zpracování návrhu v systému SolidWorks jsou k dispozici data o hmotnostech jednotlivých komponent. Ve spolupráci se společností CIPRES FILTR BRNO s.r.o., byly určeny základní kilogramové ceny, díky kterým je možno předběžně určit předpokládanou výši investičních nákladů.

4.1 Určení investičních nákladů

Tabulka 4 Určení nákladů

pozice	název pozice	jednotka	kč/mj	Cena
1.	Nosná ocelová konstrukce	36560	95	3 473 200 Kč
2.	Ocelová konstrukce filtračního zařízení	1000	95	95 000 Kč
3.	Odsávací ventilátor	3800	200	760 000 Kč
4.	Filtrační zařízení	25540	400	10 216 000 Kč
5.	Bezpečnostní klapky B-FLAP	1000	250	250 000 Kč
6.	Regulační klapky	1200	300	360 000 Kč
7.	Odsávací přípravky	2600	95	247 000 Kč
8.	Odsávací potrubní trasa - pod úrovní kolejiště	10594	180	1 906 920 Kč
9.	Odsávací potrubní trasa - nad úrovní kolejiště	13672	180	2 460 960 Kč
10.	Výdechové potrubí (tlumiče hluku, komín)	4978	180	896 040 Kč
11.	Hlukotlumící box	1532	300	459 600 Kč
12.	Elektro rozvodna	534	300	160 200 Kč
13.	Elektro zapojení			800 000 Kč
14.	Měření a regulace			400 000 Kč
15.	Montážní práce	4840	500	2 420 000 Kč
	Celkem			24 904 920 Kč

4.2 Určení provozních nákladů

U navrhované technologie budou primárními provozními náklady, náklady na elektrickou energii a základní náhradní díly, spojené s výměnou filtračního média po uplynutí jeho životnosti.

Náklady na elektrickou energii:

Celkový elektrický příkon navržené technologie:	177,25 kW
Uvažovaná cena za kW:	3,0 Kč
Náklady za jednu hodinu provozu:	531,75 Kč/hod

Náklady na výměnu filtračního média:

Životnost filtračního média:	20 000 provozních hodin
Cena filtračního média:	315 000 Kč/sada
Náklady na repasi filtračního média:	15,75 Kč/provozní hodina

4.3 Přínos navržené investice

Přínosem instalace systému odsávání a filtrace vzduchu u vykládací jámy uhlí bude:

- Zlepšení ergonomie pracoviště provozu vykládací jámy uhlí
- Usnadnění manipulace a pohybu na pracovišti v průběhu vykládky
- Odstranění respirátorů z povinné výbavy pracovníků
- Snížení rizika dlouhodobého poškození zdraví pracovníků
- Přeražení pracoviště ze čtvrtého stupně zdravotní zátěže
- Snížení časové náročnosti na úklid po skončení směny

5 ZÁVĚRY

Za účelem zlepšení ergonomických podmínek, pro obsluhu provozu vykládací jámy uhlí byl navrhnut systém odsávání a filtrace vzduchu. Při tomto návrhu byl nejprve zhodnocen stávající stav a podmínky na pracovišti. Pracoviště bylo zařazeno do čtvrté kategorie, dle stupně zátěže a vlivu na zdravotní stav obsluhy. Čtvrtá kategorie označuje vysokou míru zdravotního rizika, kterou pro provoz vykládací jámy uhlí představuje vysoká míra prašnosti vzniklé provozováním technologie. Byly lokalizovány zdroje prašnosti a charakterizován vyskytující se prach.

Po určení jednotlivých zdrojů prašnosti a určení potřebných odsávacích výkonů byly navrženy odsávací přípravky. Jednotlivé odsávací přípravky byly navrženy tak, aby byly schopné obsáhnout určený odsávací výkon. Konstrukce přípravků byla přizpůsobena k implementaci do provozu, aby nemohlo dojít k omezení funkce provozu. Při návrhu byl zohledněn souběh odsávání, který má zásadní vliv na navrhovanou velikost filtračního zařízení. Ve spolupráci se společností CIPRES FILTR BRNO s.r.o. byla navržena filtrační jednotka s označením 7x CARM GH 15/1/(8)7/17 ODL OSEX 3M 2xŠ 1xRP1 50/20-8. Tato jednotka obsáhne potřebný odsávací výkon a zajistí účinnou filtraci vzduchu. Po navržení filtrační jednotky byl zvolen vhodný ventilátor, zajišťující potřebný odsávací výkon. Po implementaci odsávacích přípravků k jednotlivým zdrojům prašnosti a ustavení filtrační jednotky na nosnou ocelovou konstrukci bylo navrženo potrubní propojení, včetně jeho dimenzí. Potrubí bylo dle logiky odsávacího systému rozděleno do jednotlivých odsávacích větví a osazeno regulačními klapkami.

Po vyřešení kolizí, vzniklých při vytváření sestavy 3D modelu, byla vyhotovena grafická interpretace navrhnutého systému v provozu vykládací jámy uhlí.

Závěrem byla provedena analýza investičních nákladů a vyhodnoceny přínosy navrhované technologie. Výsledkem práce je návrh technologie odprášení vykládací jámy uhlí, která výrazně zlepší pracovní podmínky pro obsluhu provozu, odstraní nutnost užití respirátorů při pohybu na pracovišti a sníží negativní dopad na životní prostředí v širším okolí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] IFA-Staubex. IFA [online]. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: <http://staubex.ifa.dguv.de/?lang=e>
- [2] Hygiena práce a pracovního prostředí. Bezpečnost práce [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostprace.info/item/hygiena-prace-a-pracovniho-prostredi>
- [3] Fugitivní emise. Čisté nebe [online]. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/278-fugitivni-emise>
- [4] MECHANICKÉ A TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI OTĚRUVZDORNÝCH OCELÍ. WINFA [online]. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://www.winfa.sk/pdf/h9a.pdf>
- [5] Otěruvzdorné plechy. It bohemia [online]. [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.itbohemia.cz/hutni-material/oteruvzdorne-plechy/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Vykládací jámy uhlí s filtrační technologií	9
Obr. č. 2 Hala vykládací jámy uhlí	10
Obr. č. 3 Identifikace zdrojů prašnosti	12
Obr. č. 4 Identifikace zdrojů prašnosti	15
Obr. č. 5 Odsávací zákryt pro odprašování zdroje „A“	16
Obr. č. 6 Odsávací box pro odprašování zdroje „A“	17
Obr. č. 7 Umístění odsávacích přípravků zdroje „A“ a „B“	17
Obr. č. 8 Páteřová odsávací větev obsahující SLB prvky	18
Obr. č. 9 Odsávací digestoř pro odprašení zdroje „C“	18
Obr. č. 10 Odsávací digestoř pro odprašení zdroje „D“	19
Obr. č. 11 Umístění odsávacích digestořů pro odsávání zdrojů „C“ a „D“	19
Obr. č. 12 Filtrační element - taška z netkané textilie	21
Obr. č. 13 Ventilátor TCF	23
Obr. č. 14 Hala vykládací jámy	28
Obr. č. 15 Hala vykládací jámy axonometrie	28
Obr. č. 16 Odsávací přípravky typu zákryt pro odprašování zdroje „A“	29
Obr. č. 17 Odsávací přípravky typu box pro odprašování zdroje „A“ (střed mezi kolejišti)	29
Obr. č. 18 Podstropní odsávání pro odprašování zdroje „B“	29
Obr. č. 19 Odsávací digestoře pro odprašování zdroje „C“	29
Obr. č. 20 Odsávací přípravky pro odprašení zdroje „D“	30
Obr. č. 21 Nosná ocelová konstrukce pro filtrační jednotku	30
Obr. č. 22 Filtrační jednotka-sestava	31
Obr. č. 23 Filtrační jednotka	31
Obr. č. 24 Odsávací větev pro odsávání spodní části vykládací jámy uhlí (pod kolejištěm)	32
Obr. č. 25 Odsávací větev pro odsávání horní části vykládací jámy uhlí (pravá strana)	32
Obr. č. 26 Veškeré odsávací potrubí s filtrační jednotkou	33
Obr. č. 27 Sestava výdechu	33
Obr. č. 28 Sestava vykládací jámy uhlí	34
Obr. č. 29 Sestava vykládací jámy uhlí 2	34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Parametry ventilátoru	22
Tabulka 2 Vlastnosti materiálu Hardox 400	25
Tabulka 3 Tabulka spotřeb	26
Tabulka 4 Určení nákladů	35

SEZNAM VÝKRESŮ

Výkres 1 – Celková situace
Výkres 2 – Technologie odprašení
Výkres 3 – Potrubní rozvod – spodní část
Výkres 4 – Potrubní rozvod – horní levá část
Výkres 5 – Potrubní rozvod – horní pravá část
Výkres 6 – Filtrační jednotka – rozpiska